

REPUBLIQUE DU NIGER  
MINISTERE DE L'ECONOMIE RURALE  
SERVICE DU GENIE RURAL

N°Convention ORSTOM: 6500/129  
Date de parution du rapport :  
Dec. 1964.

-----

ETUDE PEDOLOGIQUE  
DES PERIMETRES  
DE  
KEITA - ADOUNA - TABOYE

-----

RAPPORT

OFFICE de la RECHERCHE SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE O. R. S. T. O. M. de DAKAR-HANN

## I N T R O D U C T I O N

L'Etude des Sols des périmètres de KEITA, ADOUNA, TABOYE a fait l'objet de la Convention passée entre le Ministre de l'Economie Rurale de la République du NIGER et le Directeur Général de l'Office de la Recherche Scientifique et Technique d'Outre-Mer.

Les travaux de terrain ont eu lieu en Mars et Avril 1962 et ont été effectués par Mr. BOCQUIER et GAVAUD. Les descriptions de 90 profils ont été retenues, 224 échantillons analysés au Centre de Pédologie de HANN sous la direction de Mlle THOMANN. Les cartes ont été dessinées sur des fonds au 5.000 fournis par la SOGETHA et la SOGETEC. Les photographies aériennes au I/50.000 de l'I.G.N. et au I/20.000 E.O.M. ont fourni de précieux éléments d'interprétation morphologique. La rédaction du présent rapport a été confiée à M. GAVAUD.

Le texte en est divisé en trois chapitres correspondant aux trois périmètres. La classification utilisée a été harmonisée ; elle dérive de celle de la carte pédologique de l'ADER DOUTCHI au I/100.000. On trouvera les définitions générale dans le rapport joint à cette dernière.

I - L E P E R I M E T R E D E K E I T A  
=====

## ETUDE SOMMAIRE DU MILIEU

### SITUATION GEOGRAPHIQUE

KEITA, Chef Lieu de circonscription, est situé sur la feuille au I/200.000 ND 31 XVIII TAHOUA par 14° 15' N et 05° 46' E. Le périmètre d'irrigation est situé à 2 Km au SO à peu près au centre du réseau principal des vallées de l'ADER DOU'TCHI (voir carte pédologique au I/100.000).

Les limites de la zone cartographiée au I/5.000 sont celles du projet d'irrigation par pompage du plan d'ensemble au I/10.000 du rapport SOGETHA.

### CLIMAT (voir rapport SOGETHA)

Il n'est connu que de la station de TAHOUA à 57 Km au N. NE, la station de KEITA n'ayant fonctionné que pendant quatre ans (voir tableau joint)

Selon la classification d'AUBREVILLE ce climat fait transition entre les types Sahélo-Soudanais et Sahélo-Sahariens, selon celle des climatologues elle appartient au Type "Sahélien-Sud"

La pluviométrie est des plus variables ; on a pour la période 1922-1962 (moyenne 389 mm)

minimum annuel : ..... 210 mm maximum annuel ..... 582 mm  
 pluviométries décennales 260 et 530 mm  
 pluviométries quinquennales : 320 et 480 mm  
 fréquence des pluviométries dépassant 470 mm  
 (pas de drainage sous culture en milieu sableux au dessous de 2 m) : 23%  
 fréquence des pluviométries dépassant 360 mm  
 (pas de drainage au dessous de 2 m, en milieu sableux, sol nu) : 58 %

Elle ne suffirait pas à assurer régulièrement l'alimentation en eaux des cultures et des nappes s'il n'y avait pas de ruissellement concentrant les eaux des versants sur les terres basses dont fait partie le périmètre étudié.

M O I S	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL ou moyen.	PERIODE
Pluviométrie	0,5	0	0,3	2,8	17,4	48,0	110,1	140,2	53,2	12,7	0	0	385,2	1922-1960
Nbre de jours de pluies	0	0	0,1	0,6	2,8	6,4	9,9	12,0	6,7	1,4	0,0	0,0	39,9	1922-1960
Températures maxima	31,8	34,9	37,5	40,6	40,1	37,9	33,6	31,5	34,10	37,7	36,3	32,4		1953-1960
Températures minima	15,3	17,5	22,0	24,6	26,5	25,2	23,1	22,2	22,5	21,7	19,4	16,3		1953-1960
Températures moyennes	23,5	26,2	29,7	32,6	33,3	31,5	28,3	26,8	28,3	29,7	27,8	24,3	28,5	1953-1960
Evapotranspi- ration (TURC) (mm)	210	217	255	252	184	156	132	123	158	172	201	203	2.263	rapport SOGETHA

## GEOLOGIE, MORPHOLOGIE

Le bassin versant (1.200 Km<sup>2</sup>) est entaillé dans les grès ferrugineux et argiles du Continental Terminal, les marno-calcaires et argiles à gypse de l'Eocène, les grès, sables et argiles du Crétacé. Les surfaces des versants sont formées par ces roches nues, par des pavages de blocs de grès, par les sables rouges du remblayage ancien, variablement éolisés, dans lesquels s'emboîtent les alluvions modernes.

Le périmètre occupe la partie moyenne d'une zone argileuse de décantation (Série de KEITA) terminée en aval par une mare permanente, à seuil naturel à la cote 377, relevée à 378,76 par un barrage. Le seuil est dû à une entaille imparfaite d'un vieux glacis de piedmont, à faible pente partiellement structurale, établi sur des grès fins crétacés ferruginisés légèrement cuirassés, visibles en rive droite. En rive gauche, le glacis disparaît sous des dunes issues du remaniement éolien du remblayage ancien. Ce dernier existe partout sous les alluvions actuelles dont il héberge la nappe phréatique. Les alluvions sont de deux types principaux :

- les argiles, au centre de la zone cartographiée, terres à blé par excellence,
- les produits d'épandage de crue, plus grossiers et hétérogènes, localisés en rive droite.

La submersion des sols, chiffrée pour chaque type de sol dans cette étude à trois causes :

- passage de la lame de crue dans les zones d'épandage
- submersion par la retenue (facteur principal d'hydromorphie)
- fluctuation de la nappe phréatique (secondaire à KEITA)

L'installation du barrage a eu pour effet principal d'étendre la zone de décantation sur les produits d'épandage et les dépôts anciens (voir carte)

## UTILISATION

Une agriculture assez intensive a fait disparaître presque toute la végétation naturelle du périmètre (voir les descriptions des reliques pour chaque unité) de type sahélien accusé.

Dans le Sahel, en règle générale, le climat découpe le calendrier agricole en trois saisons :

- Juin-Septembre - saison chaude, pluvieuse, humide ; époque des cultures tropicales vivant des ressources en eau du sol, renouvelables par les pluies
- Octobre-Février - saison fraîche (surtout Décembre-Janvier), sèche ; époque des cultures tropicales ou tempérées vivant des réserves en eau du sol non renouvelables (décrue) ou renouvelables (irrigation)
- Mars-Mai - Saison très sèche et très chaude ; époque de repos végétatif survie difficile pour les cultures pérennes qui ne peuvent la supporter qu'en phréatophytes, ou fortement irriguées, souvent avec brise-vents.

Pratiquement, dans le système traditionnel, il n'y a d'irrigation possible que pendant la saison fraîche parce que les surfaces des retenues et les surfaces cultivables les plus fertiles (argiles) coïncident. Les surfaces cultivables en outre réduites par les dates limites de semis à laquelle les terres doivent être découvertes par les eaux.

A KEITA, on observe les cultures suivantes, décrites dans le texte pour chaque unité :

- pendant la saison des pluies, sur les sols brun rouge et les alluvions bien drainées : pénicillaire, sorgho, selon la texture ; le coton y est localement possible mais n'avait pas encore été introduit sérieusement
- pendant la saison fraîche : blé irrigué sur les argiles libérées par la décrue et maraichage sur les dépôts d'épandage. Il n'y a pas de sorgho de décrue, ni de cultures pérennes
- saison chaude et sèche : pas de cultures.

L E S   S O L S   P E U   E V O L U E S

---

D' A P P O R T   B I E N   D R A I N E S

---

Le Cadre

Situation

On les observe au Nord et à l'Est du périmètre, où ils représentent les extrémités de deux plaines d'épandage, en dehors de la zone actuelle de submersion (cote supérieure à 379). La plaine Nord est alimentée par un bassin petit, mais fortement raviné, avec bad-lands sur argiles sédimentaires et caractérisé par des crues brutales à compétence élevée. La plaine Est connaît à KEITA un régime de crue très amorti, la **décharge** des dépôts grossiers se faisant 3 Km plus en amont (voir carte ADER DOUTCHI) alors qu'elle se produit dans le périmètre pour la plaine Nord.

Matériau

La plaine Nord est sableuse dans presque toute son étendue, parsemée de buttes sableuses, de lits sableux digités, parfois de grosses pierres, représentant des épandages grossiers de crue, à des états divers de fraîcheur, les plus récents à l'Ouest de la borne 6 ; le vent les remodèle en petites nebkas. Vers la borne 8, au contact de la zone d'inondation, est une zone de dépôts plus fins, à surface plane et brute. La plaine Est n'est que faiblement ondulée, sa surface brun ocre, unie.

Les sables moyens à grossiers de la plaine Nord (carte : type sableux), très stratifiés, peu colorés et relativement pauvres en oolithes, sont caractéristiques des vallées fortement creusées de l'ADER DOUTCHI. Dans la plaine Est (type limono-calcaire) des argiles limoneuses ou finement sableuses sont interstratifiées avec des sables moyens du type précédent.

Végétation -Utilisation

Sur les sables on observe des cultures de pénicillaire, avec jachères à Indigofera et Cassia Aschrek, dominées par quelques arbres et arbustes :

... Acacia Raddiana, Balanites, Aegyptiaca, Salvadora persica, Bauhinia rufescens, Merua sp. Sur le type limone-calcaire/mil et sorgho se cotoient les espèces ligneuses sont les mêmes, avec des jujubiers en plus.

### Morphologie

Le profil 2 est le type des sols sableux :

	Surface : ondulée, buttes étirées le long de la pente
0-27 cm	PREMIER DEPOT
0-15 cm	10 YR 5,5/4 ; gris brun ; finement sablo-argileux, calcaire, en plaquettes à joints de sables grossiers ou massif à débit cubique ; cohésion moyenne à forte ; porosité tubulaire
15-27 cm	sous un lit de cailloux (10 cm) de grès, sables très grossiers (2 mm) blancs avec oolithes, grains de quartz, débris de gypse (issus d'argiles sédimentaires)
27-160 cm	SECOND DEPOT
27-38 cm	7,5 YR 4/3 ; brun ocre ; les 5 premiers centimètres plus clairs avec stries de sables moyens jaunes ; au sommet très fine croûte grise ; sableux ; massif ; débit cubique cohésion moyenne ; porosité tubulaire fine peu développée ; nombreux volumes compacts ; non calcaire
38-75 cm	7,5 YR 4/4 ; ocre ; plus coloré au centre ; sableux (mode 0,2 mm) ; massif ; débit plus anguleux ; cohésion moins forte ; moyenne ; moins compact ; porosité tubulaire plus grossière et mieux développée
75-91 cm	Ocre plus clair ; sables plus grossiers, avec débris calcaires ; massif, débit anguleux, cohésion moyenne, un peu plus compact que ci-dessus ; quelques cailloux de 2 - 3 cm enrobés de pseudomycélium calcaire
91-160 cm	7,5 YR 6/5 ; sables grossiers à taille croissant vers le sommet, à oolithes ferrugineuses ; non calcaire, particulaire
160 cm ...	TROISIEME DEPOT

Brun ; sables argileux très hétérogènes, avec pseudomycélium calcaire dans les pores ; des remplissages rouge vif ; massif, débit anguleux très large ; porosité tubulaire très large ; porosité tubulaire médiocre

Les profils de cette unité peuvent déjà être considérés comme un exemple de profils de sols peu évolués (AC). Chacun est caractérisé par un horizon supérieur, où l'accumulation de matière organique reste faible, parfois réduite à des croûtes grises interstratifiées dans les sables (horizon de type subdésertique de nebkas, maaders) et par un horizon moyen coloré, d'individualisation des oxydes de fer (ici 38-75 cm). Le calcaire, apporté en solution en sous-forme détritique, est redistribué sous forme de pseudomycélium à la faveur, semble-t-il, des nappes temporaires perchées développées au contact des joints de dépôts à granulométrie différente ou des surfaces séparant deux profils. Ces nappes provoquent également la formation de ségrégations ferrugineuses discrètes. Cette pédogénèse discontinue est dû au déplacement, d'une année à l'autre, des zones d'apport, tant en cote que latéralement. Les sables de ces profils sont les mêmes que ceux des lits actuels (transport de fond). L'examen de tous les profils de la rive Nord de la mare montre que cette région a été et reste exposée à ces décharges détritiques grossières, accompagnées de divagations de chenaux d'écoulement. Il faut s'attendre à des destructions d'ouvrages - canaux primaires - dans cette partie du périmètre.

Dans ces sols, en l'absence de nappe phréatique à très faible profondeur les racines explicitent surtout les lits à granulométrie finement sablo-argileuse, surtout s'ils sont calcaires. L'aspect des cultures de mil y est très satisfaisant.

Les sols limono-calcaires ont l'aspect du profil IO :

- 0 - I3 cm      brun : argilo-sableux à argilo-limoneux ; très calcaire ; avec pseudomycélium très abondant ; structure finement polyédrique (5 mm) motteuse, à faces mamelonnées ; emballage de sables fins peu abondants ; cohésion moyenne ; porosité d'assemblage très forte, enracinement fin et dense
- I3 - 2I cm      brun plus foncé ; argileux à argilo-limoneux ; très calcaire avec pseudomycélium ; structure polyédrique fine (5 mm) à faces lisses et arêtes aiguës ; surstructure à tendance prismatique ( $\phi$  10 cm au plus, fissures moins de 1 mm) ; cohésion forte ; porosité d'assemblage et porosité des agrégats plus faibles ; nombreuses racines ; çà et là des restes de joints de sables fins.

- 2I - 35 cm      Brun jaunâtre : sables très fins et calcaires ; massif avec traces de litage au sommet ; porosité tubulaire fine ; médiocre ; cohésion faible, presque particulaire
- 35 - 102 cm    sables fins à moyens lités, couleur variant selon la taille :  
moyens, blancs  
fins, jaunâtres  
non calcaires, avec oolithes ferrugineuses

On remarquera avant tout la remarquable finesse de la structure en surface, caractéristique dans l'ADER DOUTCHI des argiles limoneuses non engorgées et calcaires. On en observera une légère "dégradation" dans le second horizon, un peu plus lourd (41 % d'argile contre 33 %), un peu moins bien drainé (plus foncé, mais même taux de matière organique). Un engorgement de surface transforme cette structure finement polyédrique, très poreuse, en structure prismatique ou cubique avec sous-structure polyédrique à arêtes vives et assemblage compact ; ceci s'observe dans les sols mal drainés traités dans le chapitre suivant (KEITA 9), situés en aval des sols bien drainés. Cette structure, probablement due aux racines et variations d'humidité, a effacé une structure litée de dépôt dont on observe les traces dans le second horizon. La teinte ocre (individualisation) n'apparaît que dans les niveaux sableux. La redistribution du calcaire, apporté en solution et lié aux textures fines, n'a lieu qu'à l'intérieur de chaque dépôt.

### Propriétés analytiques

#### Type sableux

La phase dominante (sables moyens ocres peu lités) renferme 7 % d'argile, 5 % de limon, 60 % de sables fins. Le sommet des profils est toujours plus argileux (jusqu'à 25 %)

Les taux de matière organique sont de 0,5 - 0,7 % (C/N 9,5-II) en surface, et décroissent lentement en profondeur (0,25 % à 50 cm C/N 9)

Les pH sont de l'ordre de 8 pour les dépôts calcaires, 7,5 pour les sables ocres non calcaires. Le profil est entièrement saturé, la somme des bases échangeables varie selon la texture, de 5 à 12 meq/100 g de sol, soit de 60 à 80 meq/100 g d'argile. L'équilibre relatif des bases est :

- Ca = 25 - Mg = 10 - K (surface) = 1,5 - Na (surface) = 2.

Les taux de potassium en surface varient de 0,2 à 0,4 meq/100 g.

L'équilibre azote (0,3 - 0,4 ‰) - phosphore (0,75 - 1,2 ‰) montre un large excès de ce dernier. L'équilibre azote-pH est moyen à bon.

La stabilité structurale est, en surface, médiocre à moyenne, (50). L'humidité équivalente varie, selon la texture de 9 à 18 ‰. Le calcul par tranche donne, pour le profil 2, 150 mm d'eau à l'humidité équivalente dont 45 mm d'utilisables. Mais la capacité de rétention réelle risque d'être différente à cause des variations brusques de granulométrie du profil.

#### Type limono-calcaire

La phase limoneuse superficielle renferme environ 40 ‰ d'argile et 25 ‰ de limon, pratiquement pas de sables grossiers. Les taux de matière organique varient de 0,7 à 1,1 ‰ (C/N 9 - 10,5).

Les pH sont élevés : 7,9 - 8,1. Les capacités d'échange (ou somme des bases échangeables, le sol étant saturé) sont de 15 à 25 meq. L'équilibre des bases est le même que ci-dessus. Les taux de potassium en surface sont assez uniformément de 0,6 meq/100 g.

L'équilibre azote (0,5 - 0,7 ‰) - phosphore (1,7 - 2,2 ‰) est en faveur de ce dernier. L'équilibre azote-pH est bon à très bon.

La stabilité structurale n'est que moyenne, les belles structures superficielles se montrant malheureusement sensibles à l'eau. L'humidité équivalente varie de 18 à 27 ‰. Le poids spécifique est faible dans le premier horizon (1,55), la porosité en étant élevée (41 ‰ en volume). Après dégradation de la structure par engorgement ces valeurs passent respectivement à 1,7 - 1,75 et 36 - 33 ‰ (observées dans la série mal drainée sur le même matériau.) Après irrigation il est probable qu'on les observera sur les sols bien drainés. Sur ces bases l'eau retenue par le profil 10 serait de 210 mm pour le premier mètre, dont 60 mm d'utilisables, avec les mêmes réserves que ci-dessus.

#### Possibilité d'utilisation

##### Type sableux

A KEITA, ces sols ne portent que des cultures de mil. Mais les jardins situés immédiatement en aval, sur des textures voisines, sont irrigués et portent du tabac (très beau) du manioc. A SOKOLE, ce sont des cultures

... d'oignons. Vers IBOHAMANE nous avons vu des tomates, Calebasses, également irriguées (puisards), jusqu'à du blé (médiocre). Vers BOUZA du coton dont les racines puisaient dans une nappe à faible profondeur. Il semble que le secret de la réussite en irrigation soit dans la présence d'un niveau à texture fine (au moins sable-argileux) en surface. Ce dernier est fréquent la sédimentation croissant en finesse vers la fin de chaque crue. Il est accrue par décantation dans le périmètre de submersion. Parfois on enlève les sables grossiers superficiels pour atteindre une couche plus favorable. L'irrigation en dépit d'horizons excessivement perméables, semble possible à cause du freinage de l'eau à chaque discontinuité de dépôt.

Les pertes d'eau doivent cependant être sérieuses, car nous ne nous expliquons pas autrement les consommations élevées relevées par la SOGETHA pour les cultures maraichères faites sur ces textures : 72 mm/jour pour la tomate. De plus des baisses de fertilité sont à craindre, l'épaisseur des dépôts à bonnes réserves étant réduite. En résumé les principes d'utilisation de ce type de sol sont les suivants :

- choix de cultures maraichères
- doses strictement mesurées
- protection contre les apports grossiers
- désablage et amendements argileux

#### Type limono-calcaire

En culture pluviale le coton conviendrait bien. En culture irriguée on pourra y étendre la culture du blé, ou de toute autre culture. On veillera cependant à ne pas humecter les horizons sableux profonds, à forte perméabilité. D'autre part, on évitera, lors de l'aménagement ou lors d'essais de labours, de décaper ces sols ou de remonter les horizons profonds, bien moins fertiles.

SOLS PEU EVOLUES MAL DRAINES SUR DEPOTS D'EPANDAGE DE  
COURS D' EAU TEMPORAI RES

Le Cadre

Situation

Ces sols sont au contact des plaines d'épandage Nord et Est et de la zone de décantation argileuse. Ils forment l'essentiel des terrains de la zone centrale des grandes vallées alluviales de l'ADER DOUTCHI

Modelé, matériau

La surface est plane, ou un peu fissurée, couverte d'une croûte de décantation, moins épaisse et plus riche en sables fins que dans les vertisols de la série de KEITA. Le matériau est régulièrement stratifié, à argiles limoneuses ou finement sableuses brunes, variablement calcaires, avec des lits de sables jaunâtres ou blancs. Dans le type à structure tirsiforme la phase argileuse est particulièrement épaisse en surface.

Submersion

Le type tirsiforme, compris entre les cotes 378 et 379, est submersible de 70 à 210 jours en aval, de 0 à 60 jours en amont. Le reste au dessus de la cote 278, 75, ne l'est qu'occasionnellement (au plus 0 à 90 jours) mais est parcouru par la nappe de la crue.

Utilisation

Le type tirsiforme porte du blé irrigué en aval, un peu de coton en amont. Le reste était cultivé, au Nord Est en sorgho et mil en 1961 et à l'Est était couvert d'une jachère tuffue à Indigofera, de plusieurs années. On y avait observé des restes de la formation végétale primitive : balanites, bauhinia rufescens, Salvadora persica, Acacia raddiana.

Morphologie

Le pr. fil 9 (borne 47) définit le type à dépct argileux de décantation superficiel :

surface : plane, limonée, non fissurée

0-3 cm

CROUTE DE DECANTATION

0-1 cm ; brun à très fines taches rouges (moins de 0, 5mm) diffusant autour des pores ; argileux ; calcaire ; squameux (10 cm) ; gros pores aplatis au sommet, très fins ailleurs

1-3 cm ; brun à ségrégations ocres très fines (2-3 mm) formé de petits agrégats anguleux récemmentés.

3 cm lit de sables très fins à taches ocres

0-10 cm

7,5 YR 4,5/4 ; brun ocre ; argile finement sableux calcaire ; nombreuses taches ocres linéaires (pores) ; renferme des agrégats issus de la croûte : prismatique ( $\emptyset$  5 - 15 cm, fissures moins de 5 mm, retrait 5 %) ; sous structure massive à débit anguleux ; dans et autour des fissures agrégats polyédriques à nuciformes (moins de 3 cm) en assemblage lâche. Racines très nombreuses

10-34 cm

Un peu plus ocre : taches ocres de plus en plus diffuses vers la base ; très finement sable-argileux ; plus calcaire ; structure à tendance prismatique (fissures fines tous les 20 cm) ; sous structure polyédrique (1-2 cm) en assemblage très compact : cohésion moyenne ; porosité tubulaire réduite, encore bonne, très fine, du pseudomycélium calcaire

34-110 cm

succession de lits (5-10 cm) de sables fins argileux brun dominants, et de sables moyens quartzeux, blancs, riches en oolithes ferrugineux ; calcaire, en dehors de certains lits sableux.

110-125 cm

argile limoneuse brune calcaire en plaquettes très fines (moins de 1 mm) séparées par des joints très fins sableux à ségrégations ocres.

125-145 cm

sables moyens à grossiers à oolithes, blancs, particuliers.

145 cm ...

sables très fins bruns calcaires, très finement lités.

C'est un sol auquel la couleur du matériau confère un aspect brun, dans lequel l'engorgement de surface se marque par quelques ségrégations ferrugineuses, où le développement des racines et les variations d'humidité ont effacé la structure du dépôt sur 34 cm seulement.

Le profil 4 définit le type à structure tirsiforme

	surface : plane non fissurée, avec 2 mm d'argile de décantation
0-3 cm	IO YR 4,5/4 ; brun ocre, argileux à lits de sables fin, structure à tendance feuilletée (I-2 mm) ; cohésion forte ; poreux ; peu calcaire
3-20 cm	IO YR 4/4 ; brun ; argileux ; calcaire, taux croissant vers la base ; structure prismatique ( $\emptyset$ 20 cm, fissures I-2 cm, retrait 7 %) sous structure cubique (4 cm) à faces rugueuses en assemblage lâche (fissures plus de 1 mm) ; ces derniers agrégats compacts et massifs, à cohésion très forte
20-48 cm	brun plus clair ; argilo-sableux ; calcaire ; même structure prismatique ; sous structure en plaquettes subhorizontales (inclinaison de moins de 10° sur l'horizontale) de 7 x 2 cm, à faces inégalement lissées, en assemblage très compact ; cohésion très forte ; non poreux
48-67 cm	lit de sables moyens rougeâtres avec interstratification argileuse ; une fissure horizontale à la base ; variablement calcaire
67-120 cm	argile brune ; calcaire ; à pseudomycélium et amas calcaires friables en enduits sur quelques fissures, avec poches de sables rougeâtres ; polyédrique en assemblage compact ; sur-structure irrégulièrement cubique (3-4 cm)
120-140 cm	brun rougeâtre très foncé ; sable-argileux à sables grossiers roulés ; massif ; débit polyédrique ; cohésion très forte ; porosité tubulaire irrégulière fine et médiocre (dépôt de remplissage ancien des vallées)

Ce profil décrit dans l'amont de la surface occupée par ce type, montre une texture plus régulièrement argileuse et un niveau à structure en plaquettes (ne pas confondre avec les plaquettes formées lors du dépôt des argiles

limoneuses) moins développé que dans la série à tendance Vertisol. Ci-dessous nous résumons les réactions mécaniques de ces deux unités, et leur texture, qui en est responsable :

<u>Série à tendance Vertisol</u>	<u>Type à structure tirsiforme</u>
Taux d'argile ..... 60-80 %	30 - 40 %
retrait des horizons prismatiques ..... II-20 %	5 - 7 %
obliquité des plaquettes ..... 25°	moins de 10 °

On notera encore une légère décarbonatation superficielle, et la disparition des ségrégations ferrugineuses, toujours moins visibles en milieu argileux

Il existe une nappe qui en Avril 1962 était à une profondeur de 1,5 2 m vers la cote 378,75.

#### Propriétés analytiques

Les textures varient dans chaque profil, de sableuse à argileuse, la surface renfermant au moins 15 % d'argile, plus souvent 30 à 45 %. Seul le type tirsiforme est argileux sur au moins 50 cm. Le rapport des sables fins aux sables grossiers est de l'ordre de 2,5. Les taux de calcaires sont de l'ordre de 2 %

Les taux de matière organique varient de 1,2 à 2 % en surface, mais s'abaissent à 0,7 % en amont de la phase tirsiforme. Les C/N varient de 9 à 10.

Tous les horizons sont saturés, la somme des bases échangeables varie, selon la texture, de 10 à 25 meq/100 g ; les cations se classent dans l'ordre décroissant Ca ; Mg ; Na ; K. Les pH varient de 7 à 8.

L'équilibre azote (0,45 - 1,25 ‰) - phosphore (2,4 - 1,5 ‰) montre un large excès de ce dernier. L'équilibre azote-pH est bon à très bon. Les taux de potassium sont compris entre 0,5 et 1,2 meq.

La stabilité structurale est médiocre à moyenne. Les réserves en eau sont comprises entre 14 et 27 %. En faisant le calcul par tranches granulométriques, on obtient 170 mm d'eau pour le premier mètre du profil 9 et 330 mm pour le profil 4 (tirsiforme), dont respectivement 50 mm, et 90 mm utilisables

#### Possibilités d'utilisation

Le type tirsiforme convient au blé irrigué. Pour le second type, nous avons été étonnés en 1962, de sa sous exploitation par rapport à ce que nous avons vu ailleurs sur les terres cartographiées dans l'ADER DOUTCHI en Sol d'apport Mal Drainés, Séries calcaires et à limons et à argiles calcaires. En cultures pluviale, le coton et le tabac y réussissent ; en culture irriguées (puisards) piments, oignons et manioc dans les textures les plus légères, y sont fréquents. Nous ne voyons pas de raison pédologique à cette différence d'utilisation. Théoriquement la granulométrie et la perméabilité de ces sols conviennent fort bien à l'irrigation et leurs réserves moyennes en éléments fertilisants devraient leur permettre de porter n'importe quelle culture. Nous avons cependant constaté que les racines exploitaient fort mal les niveaux sableux sous jacents aux dépôts plus lourds de surface. Pendant l'irrigation il conviendra donc de n'humecter que ces derniers.

SOLS PEU EVOLUES, MAL DRAINES, SUR ARGILES DE DECONTATION,  
INTERGRADE VERS LES VERTISOLS

Le Cadre

Situation

Les argiles de décantation se sont déposées dans l'axe de la vallée en amont de la mare temporaire sur 5,5 km de long et une largeur variant entre 200 et 2.000 m. La partie incluse dans le périmètre est située, pour la phase sans microrelief, entre les cotes 377,75 et 378,75 et, pour la phase à microrelief, en amont de la cote 378,75.

Mod l , matériau

L'aspect est celui d'une plaine argileuse sans pente appréciable sur le terrain (0,16 ‰). En saison sèche, la surface en est uniformément et fortement fissurée, divisée en polygones de 20   45 cm de diamètre par des fissures de 3   10 cm de large (retrait de II à 20 ‰ en volume) pouvant descendre jusqu'à 150 cm de profondeur. La phase à microrelief est parcourue de chenaux d'écoulement peu creusés (50 cm) anastomosés, à flancs convexes et surface également fissurée. Ils forment une maille large de 100 m et longue de 200 m étirée, dans le sens de l'écoulement, elle-même déformée par de très petits d mes haut de 20 - 30 cm, d'un diamètre de 3-4 m. Dans la phase sans microrelief, les chenaux d'écoulement ont été recrus, rectifiés, et sont utilisés comme canaux d'irrigation. Les petits bombements ont disparus.

Les argiles de décantation de l'ADER DOUTCHI sont, d'une façon générale (voir rapport) définies par :

- 60   85 ‰ d'argile, les maxima étant précisément fournis par échantillons de KEITA,
- des taux de limon variant inversement de 25 à 5 ‰
- pas de sables grossiers,
- une capacité d'échange spécifique de l'argile comprise entre 40 et 60 meq/100 g.

Elles sont emboîtées dans les sables argileux des dépôts de remplissages anciens (localement : argile 5 - 30 %, limon 1-5 %, sables fins 40-45 %, sables grossiers 50-20 %). Hébergeant la nappe, ces derniers donnent des horizons à gley et pseudogley. Lorsque leur fossilisation est récente, ils conservent la couleur rouge caractéristique de leur couverture normale de Sols Brun Rouge.

A une profondeur comprise entre 12 et 30 cm on observe un lit de charbons et d'agrégats d'argile calcinée correspondant à la surface du sol lors du défrichement du bois d'Acacia couvrant la mare. Ce dernier étant vieux de 12 à 60 ans, l'épaisseur d'argile annuellement déposée serait comprise entre 5 et 10 mm, ce qui est considérable.

### Submersion

Jadis la zone cartographiée était située au dessus de la cote (377) du seuil naturel. Actuellement seule la phase à microrelief est dans cette position ; pendant l'hivernage elle est parcourue pendant la seule durée des crues temporaires d'une lame d'eau (1961 : au plus 30 cm) laissant pendant tout l'hivernage des chapelets de petites mares dans les chenaux. Pour les années 1957 à 1959, les relevés donnés par la SOGETHA indiquent, pour l'aval de la zone cultivée (cote 377,75), une durée maximum de submersion comprise entre 80 et 225 jours, et pour l'amont (Cote 378,75) 0 à 85 jours.

### Utilisation

Elle est décrite dans le rapport SOGETHA auquel on se reportera. La culture du blé commence comme celle du sorgho de décrue : semis en poquets, après simple encroûtement, sur la terre humide, de début Novembre à mi-Janvier. Le travail d'ameublissement du sol est naturellement réalisé en saison sèche par la fissuration du sol. L'irrigation commence dès le semis, à la dose de 60 mm tous les 10 jours (total 600 mm), sur de très petites parcelles (75 m<sup>2</sup>)

Pendant la culture, les terres restent très propres, il y a peu de façons superficielles. Sur nos profils nous n'avons pas observé de traces de travail du sol en dehors de l'émiettement de la croûte de décantation. Après la récolte (Mars début Avril) la paille n'est pas systématiquement recueillie. Les rendements en grains sont de l'ordre de 10-15 Qx.

Les quantités d'eau mises en jeu pour cette culture nous paraissent très élevées. Aux 600 mm d'eau d'irrigation s'ajoutent en effet les 310 mm d'eau utilisables emmagasinés dans le sol jusqu'à 1,5 m (limite observée de l'enracinement) et les 550 mm d'eau d'humectation irrécupérables. La plante dispose donc de 910 mm sur un total de 1.460 mm, pour un cycle d'une durée maximum de 120 jours pour lequel l'évapotranspiration atteint 830 mm. D'autre part on sait (MAYMARD) que les cultures de décrue, sans irrigation, sur sols lourds consomment peu d'eau : 120 mm pour le sorgho, 210 mm pour le coton, pour des productions de matière sèche comparables. Il est donc certains que l'irrigation telle qu'elle est pratiquée entraîne une surconsommation d'eau très élevée, à laquelle s'ajoute une perte d'eau pure et simple d'au moins 80 mm (910-830)

Sur la phase à microrelief on observe un bois armé très dense à Seyals, mêlés de quelques *Acacia pubescens*, *Grewia sp.*, *bauhinia rufescens*. Cette formations passait jadis en aval à une cote qui ne nous est pas connues, à un bois d'*Acacia Nilotica* dont on observe quelques vestiges le long des canaux d'irrigation et sur une bande large de 120 m un peu au dessous de la cote 377,75.

### Morphologie

#### Profil de référence

Le profil N° 6 a été observé à la cote 377,75 près de la borne 36 ; il n'avait pas été cultivé en 1962, mais était défriché depuis une douzaine d'années

surface : plane, craquelée ( $\phi$  10 - 20 cm ; fissures 8-9 cm épaisseur croûte craquelée : 6 cm ; retrait 31 %)

0-6 cm croûte argileuse craquelée, brune (10 YR 5/4) ou brun rouge (7,5 YR 4/6), par lits alternant horizontaux de 7 à 20 mm Deux lits calcaires (0-7 mm et 21 - 41 mm) ainsi que la surface de la croûte et des fissures. Ensemble massif, se débitant en éclats à faces conchoïdales et arêtes coupantes, très dur et cohérent. De 0 à 5 mm des pores tubulaires ( $\phi$  1mm) avec auréoles ferrugineuses. De 41 à 50 mm gros pores ( $\phi$  jusqu'à 4 mm) à section polygonale horizontalement aplatie, plus ou moins anastomosés, taches oranges sur les parois ; le reste compact

6 cm joint finement sableux

- 6-13 cm IO YR 4/3 ; brun grisâtre ; argileux, calcaire ; efflorescences calcaires au sommet, sous le joint ; formé de mottes de 1 cm, constituées par l'assemblage d'agrégats très anguleux de 2 mm, certains agglomérés en lit sous le joint sableux supérieur
- 13 cm lit sableux de 2 mm, fin, jaunâtre, au dessous d'agrégats d'argile calcinées rouges, cendres et charbons de bois
- 13-22 cm 7,5 YR 4/4 ; brun rougeâtre argileux calcaire ; renferme des agrégats anguleux, des débris carbonisés, tombés des horizons supérieurs dans les fissures ; très prismatiques ( $\phi$  10 cm, fissures de 5 mm, retrait 5 % : humide encore, profondeur 16 cm) sous structure polyédrique fine et très anguleuse, de plus en plus fine vers la base où son assemblage acquiert un début de litage horizontal compact.
- 22-50 cm 5 YR 3,5/4 ; brun ocre, coloration due à des ségrégations ferrugineuses extrêmement fines et diffuses ; argileux, calcaire ; plus de fissures dès 29 cm ; structure polyédrique en assemblage compact. Humide.
- 50-140 cm 5 YR 3,5/4 ; brun ocre ; argileux ; calcaire ; structure en plaquettes obliques, à faces striées et luisantes, à taille croissante vers la base (largeur 5 cm à 90 cm, 25 cm à 120 cm), mais d'épaisseur restant faible (1-2 cm) ; assemblage subparallèle, compact, festonné.
- vers 80 cm : une racine d'Acacia Nilotica brisée par les mouvements de la masse de cet horizon montre un rejet de 5 cm par rapport à la souche. Des taches ferrugineuses rouge vif fermées au contact de la souche

L'interprétation en est la suivante.

- 0-6 cm argile de décantation, déposée par l'eau de la retenue. Elle ne représente pas le dépôt annuel, mais la masse d'argile remise en suspension lors de la crue.
- 6 cm sables fins amenés par un léger ruissellement en début de saison des pluies, avant l'inondation
- 6-13 cm Cet horizon, remarquablement constant dans les sols de la mare de KEITA, semble formé par la désagrégation des

- ... anciennes croûtes de décantation en saison des pluies ; en effet, ces croûtes, humectées, gonflent et s'émiettent en petits fragments anguleux
- I3 cm .ancienne surface du sol lors du défrichage, vers 1949 il y a 12 ans.
- I3 - 22 cm sommet de vertisol fortement affecté par le retrait par dessiccation de l'argile
- 50 - 140 cm horizon caractéristique de vertisol, avec faces de glissement et structure en plaquettes obliques.

Le calcaire est réparti de façon très diffuse, et, selon sa disposition dans la croûte semble déposé par évaporation de l'eau de la suspension argileuse.

Les ségrégations ferrugineuses sont très discrètes, mais on peut leur attribuer la légère coloration du profil au dessous de 22 cm ; en surface elles ne s'observent guère en dehors des pores.

Tous les horizons sont structuraux ; il n'y a pas d'horizon humifère visible

#### Variation

On observe souvent des ségrégations ferrugineuses ocre plus abondantes en surface, le long des racines, sur les faces des agrégats, jusqu'à une profondeur comprise entre 15 et 40 cm. Des zones décolorées grises apparaissent parfois, surtout sur le trajet des racines mortes. L'ensemble définit alors un pseudogley de surface (taches ocre puis grises), reposant sur les horizons profonds à ségrégations très diffuses peu visibles à l'oeil nu.

Dans un cas, on a observé de très petites concrétions calcaires de teinte noirâtre. Souvent le profil est irrégulièrement décarbonaté sur 1 à 4 cm sous la croûte argileuse. A cela près la répartition du calcaire varie d'un profil à l'autre mais les sols plus calcaires en profondeurs sont les plus communs.

Les structures diffèrent surtout par l'importance des formes dues au retrait dépendant de l'humidité du sol. Les fissures peuvent atteindre le niveau à plaquettes, où elles prennent un curieux tracé en zig-zags.

Une surstructure cubique est fréquente dans les horizons finement polyédriques coiffant les plaquettes. Elle peut même atteindre ces dernières, qui apparaissent à une profondeur comprise entre 16 et 50 cm

Les racines du blé sont encore visibles à une profondeur comprise entre 80 et 150 cm. Elles présentent une zone de développement maximum d'une épaisseur comprise en 10 et 15 cm, entre 5 et 40 cm de profondeur, selon le profil. Dans un profil, on en a observé une seconde, épaisse de 10 cm à 60 cm. D'une façon générale elles ne modifient pas la structure, mais s'y adaptent, les racinelles contournant les éléments structuraux compacts.

Vers l'amont (cote 378,75) les dépôts à sables fins et limons des dépôts d'épandage commencent à s'interstratifier dans les argiles de décantation, tout particulièrement, dans la phase à microrelief, qu'illustre bien le profil AD I2 KEITA.

En surface : forte polygonation à la maille de 35 cm, et avec des fentes de retrait de 5 à 7 cm ; présence de bombements et de chenaux de 50 cm de profondeur

Accumulation de débris végétaux au pied des Acacia Seyal et dans les fissures (débris végétaux transportés par la crue)

- |           |   |
|-----------|---|
| 0-10 cm   | 7,5 YR 5/4 ; brun ; texture argileuse ; compact à la partie supérieure et présentant un lissage très calcaire en surface ; puis constitué de fins polyédres cimentés en assemblage compact parcouru par de nombreux pores ; cohésion très forte ; enracinement très réduit ; effervescence faible.  |
| 10-45 cm  | 5 YR 3,5/4 ; brun plus foncé ; argilo-limoneux ; parcouru comme l'horizon précédent de fissures remplies de débris organiques et de petits agrégats polyédriques ; ces fissures se pincent à la base de l'horizon ; structure prismatique se résolvant en structure cubique (5 x 5 cm) à faces rugueuses à la partie supérieure devenant pâtinée avec de légères stries à la base de l'horizon ; cohésion excessive ; porosité tubulaire très fine ; racines assez abondantes ; très forte effervescence. |
| 45-100 cm | 7,5 YR 4,5/4 ; matériau ; brun foncé formé de poches de sables fins dans une masse argileuse ; structure massive à tendance cubique ; sous-structure polyédrique très fine ; cohésion très forte ; porosité tubulaire médiocre ; quelques ségrégations ocre rouge au contact des plages sableuses ; effervescence   |

... très forte, variable suivant la texture ; enracinement plus réduit.

- I00 - I60 cm 5 YR 4/4 ; brun plus foncé, argileux ; structure polyédrique de 2cm en assemblage très compact et à faces passant vers I30 cm à cubique en plaquettes à faces pâtinées et striées de petite taille, très forte effervescence ; racines rares
- I60 ... cm Matériau sablo-argileux, à ségrégations ocre rouge bien délimitées

Nous n'avons observé dans cette unité les dépôts anciens emboîtants que vers la borne 30, à I10 cm, sous l'aspect de sables argileux envahis par le gley.

- I10 - I30 cm ocre, à nombreuses taches rouilles, ou grises le long du trajet de racines, ou noires ; argilo-sableux ; faiblement calcaire ; massif ; porosité tubulaire
- I30 cm nappe
- I30 - I50 cm noir verdâtre avec veines ocres ; taches rouilles le long des racines (zone d'oxydation dans un niveau par ailleurs réduit) ; taches noires non durcies ; argilo-sableux, massif porosité tubulaire

La nappe était à 50 cm au dessus du niveau de la mare lors de l'observation.

#### Propriétés analytiques

Les taux de matière organique et les C/N sont les suivants :

Croûte de décantation (0-6 cm)	0,9 à 1,6 %	C/N 8 à 11,5
Horizon de surface (6-16 cm)		
I - Phase sans microrelief	0,95 à 1,4 %	C/N 8 à 11
II - Phase avec microrelief	1,4 à 2,3 %	C/N 9,5 à 10,5

Vers 50 cm de profondeur	0,6 à 1 ‰	C/N 8,5
Vers 150 cm de profondeur	0,6	C/N 9

Les taux les plus élevés de la surface de phase à microrelief sont à rapprocher des débris organiques (feuilles d'acacia) qui y abondent, mais disparaissent dans la zone cultivée. Les C/N sont faibles pour le degré actuel d'hydromorphie

Il n'y a pas de différence de texture entre les différents horizons dont les taux d'argile varient de 62 à 83 %, de limon de 22 à 8 % de sables fins de 7 à 0 %

75 % des échantillons de surface ont des pH compris entre 7,6 et 8, le quart restant s'étale entre 6,8 et 8,4. Nous n'avons pas noté de différences selon la cote ou l'utilisation. Le pH tend à croître légèrement vers la profondeur ; vers 150 cm il varie entre 7,8 et 8,1.

Les capacités d'échange sont comprises entre 30 et 45 meq/100 g de sol, soit de 40,5 à 56,5 meq/100 g d'argile. Le complexe absorbant saturé renferme :

22 à 34 meq de Ca, 3,8 à 7,8 meq de Mg ; 0,8 à 1,2 meq de K en surface, 0,2 à 1,7 en profondeur, 1,2 à 2 meq de Na en profondeur

L'équilibre moyen est le suivant :

Ca = 40 ; Mg = 10 ; K (surface) = 1,4 ; K (profondeur) = 1,2  
Na = 2,2

Les taux de sels solubles sont compris entre 100 et 200 mg/100 g, les conductivités entre 0,11 et 0,14 millimhos en surface, 0,08 et 0,18 en profondeur. Ils sont faibles, étant donné les textures et les quantités d'eau absorbées. Rappelons que la limite inférieure des conductivités des sols légèrement salins (extrait 1/10) est de 0,29 millimhos selon les normes RIVERSIDE ( USA) ou de 0,25 millimhos selon DURAND (Algérie)

Les taux d'azote sont compris entre 0,6 et 0,8 ‰, en surface, dans la phase sans microrelief, entre 0,8 et 1,3 ‰ dans la phase à microrelief. Les taux de phosphore varient de 2,5 à 3 ‰, valeurs élevées communes aux sols de l'ADER DUTCHI. La fertilité chimique (DABIN) est très bonne.

L'humidité équivalente varie de 32 à 45 % le poids spécifique des mottes de 1,70 à 1,88, le retrait de 11 à 20 % en volume (dans le sol lui-même ; dans la boue craquelée il varie de 24 à 31 %). Ces argiles pourraient retenir entre 480 et 670 mm/m d'eau, dont 170 à 240 mm/m d'utilisables.

La stabilité structurale varie de 45 à 60 (médiocre à moyenne) dans le sol, de 30 à 50 dans la croûte, ces différences étant surtout dues aux variations de la perméabilité mesurée au laboratoire : I à 3 cm/h et 0,3 à 1,8 cm/h respectivement. La fraction argile + limon agrégée stable à l'alcool varie entre 40 et 70 % stable à l'eau entre 20 et 50 % ; elle est nulle pour le benzène. La matière organique est donc sans influence sur l'agrégation du profil, qui est due avant tout à la floculation de l'argile par le Ca.

### Conclusions

---

Ces vertisols se caractérisent par leur jeunesse, l'aspect du profil ne dépendant que de simples réactions mécaniques de l'argile aux variations d'humidité. Il n'y a pratiquement pas de concentration d'oxydes ou de calcaire (nodule, concrétions). Les caractéristiques morphologiques de KEITA sont une épaisse croûte de décantation et un horizon formé des débris de cette dernière. Au point de vue analytique, elle est caractérisée par une accumulation médiocre de matière organique très bien composée, probablement amenée en partie par l'alluvionnement, un complexe essentiellement saturé par du calcium, une réaction légèrement alcaline, peu de sels solubles, une répartition diffuse du calcaire, parfois partiellement éliminé de la surface.

Ces argiles renferment de fortes réserves en bases, bien équilibrées, en phosphore, en eau. La culture tend à faire diminuer les taux d'azote qui tendent à se stabiliser à des valeurs encore très acceptables, mais constituant probablement dans l'avenir le premier facteur chimique limitant les rendements

Bien que fort bonnes pour des sols aussi lourds, les propriétés physiques sont limitées pour l'irrigation. Or, les agriculteurs, recherchent systématiquement les textures lourdes pour la cultures du blé :

- a KEITA, les terres à blé situées en bordure des vertisols renferment au moins 40 % d'argile ; un essai sur un sol hydromorphe à 10 % à échoué

- à ADOUNA, des sols à 24 % d'argile, chimiquement riches avec possibilités d'irrigation portent des patates douces ; le blé n'apparaît qu'à 50 % d'argile

- dans le goulbi de MARADI, les terres à blé contiennent de 30 à 35 % d'argile, mais presque autant de limon, et les terres les plus lourdes 43 % d'argile.

Cela pour les secteurs où le blé réussit bien ; inversement, dans la vallée de la KOMADOUYOU, il est cultivé sur les sables fins argileux (moins de 25 % d'argile) de sols bruns légèrement calcaires les sols plus lourds étant alcalisés ; mais il est de très médiocre aspect.

Nous avouons ne pas comprendre très clairement les raisons d'un choix aussi exclusif, nous suggérons simplement les hypothèses suivantes que seule une étude agronomique sur place pourrait éclaircir :

- toutes les réserves en éléments fertilisants croissant avec le taux d'argile (pour l'azote, voir rapport ADER DOUTCHI, III B 316), ce dernier déterminerait la limite inférieure des rendements acceptables, cette dernière variant avec la fertilité générale du terroir (d'où l'élimination dans l'ADER DOUTCHI, de sols encore très riches). On a démontré (MAYMARD) une corrélation positive entre les rendements de sorgho de décrue et les taux d'argile, attribué à cet accroissement des réserves.

- les réserves en eau du sol interviendraient plus fortement dans l'alimentation de la plante que ne le laisserait prévoir l'irrigation. Nous avons vu que la dose d'irrigation était de 60 mm ; sa pénétration ne peut être que de 9 à 12 cm ; il est probable que l'eau, maintenue ainsi près de la surface, s'évapore très rapidement, en ne passant que très partiellement par le canal des racines de la plante qui exploitent le profil jusqu'à 150 cm. L'eau d'irrigation, dans ce cas, servirait surtout à empêcher une évaporation directe, en dehors du système racinaire, des réserves en eau du sol. En choisissant un sol plus léger, à la limite de la fertilité acceptable (ADER 30 %), l'agriculteur ne pourra pas pour autant augmenter la dose parce que la perméabilité reste encore faible (elle n'augmente vraiment que pour les textures très sableuses). et que l'irrigation est manuelle. La pénétration de l'eau n'augmente alors que peu : 18 cm pour 30 % d'argile, elle ne profitera pas mieux à la plante, et les réserves propres du sol commenceront à être insuffisantes.

Les vertisols de KEITA nous paraissent propres à supporter les augmentations de rendements que permettraient de nouvelles variétés de blé, plus tardives, qu'autoriserait un aménagement garantissant les dates de semis à la bonne époque ; la consommation d'eau actuelle nous paraissant exagérée par rapport à la production, il serait bon de mesurer sur place l'utilisation de l'eau d'irrigation et des réserves en eau du sol. On pourrait peut être alors étendre la culture irriguée du blé, à des sols moins rares que ces argiles.

Le choix actuel des cultures est limité par la crue à des espèces de saisons fraîches. Dans le cas où un aménagement plus général des vallées permettrait de changer cette donnée, nous croyons que le coton irrigué serait

... possible sur ce périmètre, au prix d'un travail du sol plus soigné. En effet, si la perméabilité minimum est, selon DABIN, de 4 cm/h, le coton pluvial croit dans l'ADER DOUFCHI sur des sols à 1 cm/h et en EGYPTÉ les meilleures terres à coton et maïs irrigués renferment 80 à 90 % d'argiles. De grands espoirs restent permis.

LES SOLS HYDROMORPHES A ENGORGEMENT SEMI PERMANENT DE  
SURFACE

Le Cadre

Situation, modelé, matériau

La pente de la rive Nord est suffisamment forte pour que le niveau minimum de la retenue en saison sèche y limite le périmètre d'irrigation. On y observe des sols franchement hydromorphes entre les cotes 377,75 et 375,92 (avril 1962). La durée de la submersion varie de trois mois à plus d'un an, selon le remplissage.

L'aspect de surface est celui des vertisols (boue craquelée, chenaux d'écoulement) mais le dépôt argileux de décantation s'interstratifie avec les sables des cones d'épandage de la plaine Nord.

Végétation, Utilisation,

Ces sols s'étendent en avant de la frange à Nilotica vivants, et sont eux mêmes dénudés. Nous y avons noté des traces de parcelles à blé, utilisables seulement en année très sèche.

Morphologie

Le profil 28 a été ouvert en bordure de mare :

CROUTE ARGILEUSE DE 6 cm

0 - 4 cm : argile brune calcaire, litée, avec ségrégations ocre sur les joints. Compacte.

4-6 cm : argile brune calcaire litée à forte porosité vésiculaire avec enduits ferrugineux ocres dans les pores.

- 0 - 10 cm Brun à taches ferrugineuses ocres et brun rouille le long de pores tubulaires ou sur des joints : argileux ; prismatique ( $\phi$  10 cm) sous structure polyédrique (débris de croûte) en assemblage compact ; des remplissages sableux.
- 10 - 30 cm brun à taches noires dans les pores et brun rouille diffuses au contact du niveau sableux sous-jacents ; argileux ; à remplissages de sables fins ; massif, avec débris de croûte ; forte porosité tubulaire
- 30 - 40 cm sables moyens à grossiers lités avec un lit finement sablo-argileux et calcaire, entouré de ségrégations ocres diffuses
- 40 - 120 cm brun foncé, des trainées grisâtres fines ; taches brun rouille et noires nombreuses ; argileux, de petites concrétions calcaires brunes ; 2-4 mm ; cubique au sommet (4-5 cm) à faces généralement rugueuses, localement lissées puis massif, (humide) ; porosité tubulaire peu développée

On retiendra le mélange de matériaux, l'existence du même type de croûte argileuse que sur les vertisols, l'abondance des ségrégations, la présence de petites concrétions calcaires, identiques à celles des vertisols des cotes basses (I6 bis : 376)

#### Propriétés analytiques

La phase argileuse l'est un peu moins que dans les vertisols 50 - 55 % d'argile, 20 % de limons, autant de sables fins, pas de sables grossiers. Dans l'horizon de surface on note :

- Matière organique : 0,9 - 1,7 % C/N 9 - 10
- capacité d'échange ou somme des bases échangeables : 30 meq ;  
équilibre des cations : Ca = 35 - Mg = 10 - K = 1,5 - Na = 1,9
- taux de potassium 0,9 meq
- pH = 8
- équilibre azote (1,0 ‰) - phosphore (2,3 ‰) avec excès de ce dernier. Equilibre azote-pH très bon, pour la riziculture bon.
- Humidité équivalente 32 % poids spécifique, 1,8. Stabilité structurale médiocre (40)

#### Possibilités d'utilisations

Elles sont réduites, par les dates généralement trop tardives de la décrue. A cela près, elles sont les mêmes que celles des vertisols.

## LES SOLS HYDROMORPHES A ENGORGEMENT TEMPORAIRE DE SURFACE

### Le Cadre

#### Situation, modelé, matériau

Ces sols sont localisés entre les cotes 377,75 et 379 sur la rive Nord de la mare. Ils forment la zone de transition entre les épandages sableux de la plaine Nord et les argiles de décantation. La durée de la submersion y varie de 0 à 7 mois. La pente est relativement forte (0,7 ‰), la surface déformée de buttes (+ 50 cm) parallèles à la pente, représentant autant de zones d'apport sableuses. Les argiles décantent actuellement jusqu'à la cote 378,50. L'Ouest de la borne 4I est actuellement soumis à des apports grossiers importants, d'où le type sableux dominant ces sols. L'Est est à l'abri provisoirement, de cet ensablement. Les dépôts y croissent en finesse vers le sommet des profils, suggérant un éloignement progressif des cones sableux de cette zone. Le type dominant y est sablo-argileux. En Avril 1962 la nappe phréatique était visible à 1,5 m de profondeur à la cote 378,75.

#### Végétation, Utilisation

Les sols étant peu compacts, la submersion modérée, la nappe accessible, la végétation est plus vigoureuse et variée qu'ailleurs. On observe les restes de ce qui devait être une formation fermée à Tamarindus Indica, Salvadora persica, Bauhinia rufescens, Balanites aegyptiaca, Zizyphus mauritiana jusqu'à la cote 378,75 ; au-dessous apparaissent les Acacia Nilotica ; les jachères sont envahies par une grande Cypéracée, vivace, et de nombreuses annuelles.

Sur le type sableux on observe des enclos à tabac, manioc, tomates irrigués. Le type sablo-argileux est nettement sous exploité et on a l'impression que les agriculteurs ne lui ont pas trouvé un type d'exploitation qui les satisfasse. On y observait en 1962, de nombreuses et vieilles jachères, des traces de casiers à blé abandonnés, d'autres en service avec des résultats très médiocres, quelques lopins de pomme de terre et de patates douces mal venues.

### Morphologie

Le profil 7 est le type sablo-argileux des profils les plus fortement engorgés des cotés basses (378,75) il a été décrit dans un casier à blé abandonné :

- Surface : non fissurée ; tassée ; efflorescences blanches calcaires
- 0-6 cm au sommet mince dépôt farineux blanc calcaire ; brun ocre ; sablo-argileux ; très calcaire ; massif, un peu lité ; cohésion moyenne à forte ; compacte.
- 0,5 - 6 cm IO YR 5/3,5 ; brun ; nombreuses taches linéaires jaune rouge (7,5 YR 5/8), ramifiées, fines (1 mm) ; taches oranges luisantes, sur des faces horizontales (1 cm<sup>2</sup>) sableux à sablo-argileux ; polyédrique à nuciforme (1-2 cm parfois 2mm) à faces rugueuses, en assemblage lâche, sauf au sommet ou apparaissent des plaquettes (5 x 1 cm) compactes à sous-structure feuilletée ; fortement et finement poreux ; porosité des agrégats tubulaire ; enracinement fin et dense.
- 6-39 cm IO YR 5/6 ; nombreuses taches linéaires (1 x 6 mm) verticales, noirâtres à centre plus foncé, bord diffus, même texture ; non calcaire ; massif, débit faiblement anguleux cohésion moyenne à faible porosité tubulaire, quelques poches grises, humifères, grenues.
- 32-39 cm IO YR 5/7 ; ocre plus clair ; taches noires linéaires, ramifiées, plus grandes (6 x 40 mm) à centre très noir (7,5 YR 3/2) parfois légèrement durci, périphérie brune (7,5 YR 3/0) ; sableux calcaire, massif, débit peu anguleux ; cohésion moyenne à faible, presque particulière ; porosité tubulaire fine, enracinement linéaire vertical, homogène, fin (1-2 mm)
- 39-110 cm IO YR 6,5/6 ; sables jaunâtres, plus grossiers que ci-dessus, lités, avec niveaux plus fins et lentilles à graviers jusqu'à 5 cm ; zone de ramification des racines
- 110-145 cm IO YR 5/4 ; brun à très nombreuses taches brun rouge, foncé, (2,5 YR 3/6 et 5 YR 5/6) de 1-2 cm<sup>2</sup> ; argilo-limoneux ; très calcaire ; des joints de sables fins à ségrégation rouges diffuses ; structure en plaquettes (dépôt) de (1-2 cm) ; quelques pores tubulaires.

On y observe :

- les deux horizons de surface caractéristiques du pseudogley, le premier de teinte neutre à taches ferrugineuses, le second diffusément coloré à taches foncées ; ici manganésifères
- une faible différenciation structurale
- un dépôt carbonaté superficiel attribuable à l'irrigation ( $\text{CO}_3 \text{Ca} + \text{CO}_3 \text{Mg}$ )
- l'abondance des taches manganésifères, particulières à de nombreux sols hydromorphes de l'ADER DOUTCHI.

Dans le type sableux, les structures restent de type massif ou lité, en surface. En amont, les ségrégations s'atténuent, les dernières à disparaître étaient celles de l'horizon supérieur.

#### Propriétés analytiques

##### Texture

Taux d'argile de 20 à 2 % , de limon de 7 à 2 % , les deux types se séparant vers 10 % d'argile. Taux de sables fins de 45 à 65 % , de sables grossiers de 10 à 50 % ; rapport sables fins / sables grossiers très variable de 6 (taille moyenne correspondante des sables de 0,14 mm) à 1,2 (taille moyenne 0,21 mm)

##### Matière organique

1 à 1,7 % en surface dans le type sablo-argileux (C/M 9-10) vers 0,5 % dans le second

##### Bases, pH

pH de 7 - 7,5 en surface, augmentant jusqu'à 8 en profondeur ; profil saturé, somme des bases échangeables de 2 - 7 meq pour le type sableux, 7 - 15 pour le type sablo-argileux. Equilibre relatif des cations :

Ca = 25 - 40 ; Mg = 10 ; K = 1-1,8 (surface) ; Na = 0,8-2,6

Taux de potassium (surface) 0,3 - 0,9 meq/100 g

### Propriétés physiques

Humidité équivalente de 4 à 12 % pour le type sableux, 18-12 % pour le second ; le profil 7 renferme 128 mm d'eau à l'humidité équivalente dans le périmètre, dont 45 mm, d'utilisables. Poids spécifique de 1,75 ; stabilité structurale médiocre (40-50), pratiquement pas d'agrégats stables.

### Equilibres de fertilité

Large excès de phosphore (0,8 - 2 ‰) sur l'azote (0,2 - 0,8 ‰) le premier chiffre étant celui des sols sableux. Equilibre azote-pH moyen (sableux) ou bon à très bon (sablo-argileux)

### Horizons carbonatés de surface

Ils se distinguent de leurs homologues par une conductivité un peu plus forte mais restant faible (0,13 - 0,23 millimhos contre 0,05 - 0,07 normalement) et un équilibre des cations différent :  $\frac{Ca}{Mg} = \frac{7}{10} - K = 1 - Na = 0,8 - 1,5$ . On ne constate qu'un apport de Mg. Il n'y a pas de risque de salure.

### Conclusions

Par rapport aux sols peu évolués d'apport bien drainés les sols hydromorphes de la même famille ne se distinguent guère que par des pH légèrement plus faibles, fait normal, pratiquement favorables car il montre qu'il n'y a pas de risque de salure alcaline et qu'il rapproche les pH de leurs valeurs optimum.

L'utilisation des sols sableux hydromorphes en culture irriguée est la même que celle des sols peu évolués d'apport bien drainés sableux à laquelle on se reportera ; culture maraichère, protection contre les apports grossiers, contrôle de la dose, amendements

On a pu constater que le blé irrigué venait mal sur le type sablo-argileux, probablement faute de réserves minérales suffisantes en profondeur. La patate douce y trouve des textures convenables, mais des taux de matière organique insuffisants ; on la cultive quand même, en dépit de très médiocres résultats. Nous ne comprenons pas l'échec de la pomme de terre observé en 1962 car ces sols à texture idéale n'ont pour cette plante, contre eux, qu'un pH légèrement trop fort (7-7,5 au lieu de 6). Les cultures maraichères devraient y réussir parfaitement.

## LES SOLS HYDROMORPHES A ENGORGEMENT MIXTE

### Le Cadre d'évolution

Ces sols s'observent dans une petite dépression creusée dans les dépôts de remplissages anciens, au Sud et en amont de la zone argileuse de décantation. Seule la zone de contact avec cette dernière entre dans le périmètre. La construction du barrage a eu pour effet, dans toute cette région, d'étendre les dépôts argileux de décantation sur les sols brun rouge des dépôts anciens (voir Sol Brun Rouge, type à dépôt superficiel argileux). Dans la dépression elle-même il semble que le processus existe depuis plus longtemps et qu'il y a été moins rapide : le dépôt superficiel y est moins argileux, mélangé à des sables du dépôt sous-jacent ; ce dernier est de plus profondément transformé par une hydromorphie de nappe intense.

La surface de ces sols est brune, argileuse, craquelée, très plane. Il n'y a pas de végétation ligneuse, pas de cultures, mais des traces de puisards.

### Morphologie

Le profil 25 est le type de ces sols complexes :

	surface : 4 cm de débris de croûte argileuse
0-6 cm	brun foncé (humide) ; argileux ; structure cubique, sous-structure polyédrique (débris de croûte) en assemblage compact surstructure à tendance prismatique ( $\phi$ 25 cm) ; très compact
6-27 cm	brun foncé (humide) ; des taches brun rouille ; des trainées gris verdâtre verticales à limites diffuses ; argileux ; présence de sables grossiers roulés ; structure prismatique ( $\phi$ 18 cm), fissures fines ; sous structure à tendance cubique (I- 2cm), certaines facettes irrégulièrement lissées, surtout vers la base.
27 cm	Trainées grises verticales envahissant les sables argileux cœres sous-jacents ; probablement anciennes fissures colmatées par de l'argile.

- 27 - 55 cm ocre rouge (humide) ; des canaux gris vert à auréole décolorée jaune ; ségrégations linéaires brun rouille (2 mm) avec taches noir bleuté (Mn) légèrement durcies ; maximum vers 31 cm ; sableux à sablo-argileux à sables grossiers roulés, massif ; non fissuré, nombreux pores.
- 55 - 95 cm ocre rouge ; gaines de pores racinaires gris vert, moins nombreuses ; pas de taches noires ou jaunes ; sablo-argileux ; massif ; plus compact
- 95 - 145 cm ocre rouge foncé ; à nombreuses gaines gris verdâtre et taches brun rouille ; sableux à sablo-argileux ; massif ; très humide ; forte porosité tubulaire.
- nappe à 120 cm

On y distingue trois éléments :

- 0 - 6 cm dépôt actuel de décantation, auquel s'ajoute 4 cm de débris soit, 10 cm ; est le même que dans le reste de la retenue
- 6 - 27 cm dépôt ancien de décantation, mélangé aux sables sous-jacents par remplissage de fissures de dessiccation de ces derniers, et remontées par des animaux ; probablement antérieur à l'édification du barrage
- 27 - 145 cm sol brun rouge envahi par du pseudogley à deux niveaux
- 27-55 cm remarquable par ses tâches manganésifères
- 55-145 cm attribuable à la nappe

#### Propriétés analytiques

Le dépôt argileux superficiel ancien renferme 56 % d'argile, les sables sous-jacents 10 à 20 % : moins de 5 % de limon, et un rapport sables fins sur sables grossiers de 1 ; cette dernière granulométrie est celle des brun rouge à marbrures en position basse (interdunes) de la région de KEITA.

Environ 0,7 % de matière organique en surface (C/N 9) moins de 0,2 dans les sables. Profil saturé non calcaire. ph croissant de 7,5 à 8,0 de la surface à l'horizon d'engorgement de nappe. Somme des bases échangeables de 27 meq dans l'argile, de 8 dans les sables. Taux de potassium correspondants de 0,6 et 0,2 meq.

Humidité équivalente de 30 % dans l'argile , de 13 % dans le sables.

### Utilisation

La culture du blé irrigué n'a pu s'installer définitivement sur ces terres probablement parce que la couche argileuse y est trop mince (minimum 40 cm). Elle nous paraît, à l'envers, trop compact pour le maraichage (piment) ; il serait nécessaire de travailler profondément le sol. Evidemment, c'est dans cette zone que la nappe remontera le plus vite si le débit d'irrigation est augmenté. Enfin, dans la partie amont de cette zone, non cartographiés mais facile à suivre sur le terrain il serait utile d'installer des arbres fruitiers (manguiers), avec brise-vents, qui y trouveraient des textures appropriées et une nappe à faible profondeur.

## LES SOLS SUBARIDES BRUN ROUGE

On retrouve autour de la mare de KEITA deux des trois principaux types de sols brun rouge décrit dans le rapport ADER DOUTCHI, auxquels on se reportera :

- I<sup>v</sup>) les sols brun rouge des dépôts anciens sableux remaniés par le vent (ADER DOUTCHI) représentés à KEITA par la série de GIDAN FAKO et la série de la bordure Est de la mare de KEITA.
- 2°) les sols brun rouge sur sables éoliens, représentés à KEITA par la série de TOUDOUNI

### La série de GIDAN FAKO

Elle forme une plaine sableuse faiblement ondulée entourant la zone alluviale vers l'amont. Ses dépôts caractéristiques sont visibles sous les alluvions modernes à faible profondeur (moins de 1,5 m) au Nord près des bornes 8, 10 et sous un mince placage argileux au Sud. Sa surface, entièrement à l'abri de toute submersion, est couverte de rides éoliennes (voir rapport ADER DOUTCHI) de petite taille et de nekhas. Elle est entièrement couverte de cultures pénicillaires dominées par quelques *Faidherbia*, *Balanites*.

Le profil est entièrement sableux, très pauvre en éléments fins en surface (argile + limon = 3 %) un peu plus riche en profondeur (A + L = 15 %). Il est rouge sur toute son épaisseur légèrement éclairci sur le premier décimètre (effet de la culture) plus rubéfié vers 40 cm. La structure reste massive, avec un débit polyédrique net vers 40 cm. A l'emplacement de la station de pompage le profil a été anciennement remanié avec débris de poteries.

Dans les sillons interdunaires (NE borne 47) les textures sont plus lourdes la structure presque polyédrique, les couleurs plus foncées ; des taches ferrugineuses, du pseudomycélium calcaire, apparaissent en profondeur. Le profil est celui d'un "brun rouge à marbrures" que nous avons jugé utile de cartographier à part.

Au Sud à l'Est de la borne 53, les sols brun rouge, du fait de la construction du barrage, sont couverts d'une croûte argileuse de décan-tation atteignant 8 cm à la cote 378,75. Bien que parfois submergé (maximum 90 jours) le profil ne porte que des traces de ségrégations ferrugineuses en surface, et a conservé sa belle couleur rouge.

Leurs propriétés analytiques sont les suivantes (en surface sauf précisions contraires) :

- taux de matière organique 0,3 % (C/N 9) ; azote 0,2 ‰ ; phosphore 0,55 ‰ ; pH en dehors des sites remaniés 7, sinon 7,5 ; profil saturé ; somme des bases échangeables 3 - 5 meq : taux de potassium 0,1 meq ; humidité équivalente de 60 mm/m

Ces sols relativement pauvres, filtrants, à faibles réserves hydriques, ne conviennent pas à l'irrigation. Ils doivent être fumés et amendés. Cela est en train d'être naturellement effectué dans le type à dépôt argileux de/décantation sur lequel on peut voir mordre les derniers casiers à blé (avec insuccès). Il serait utile d'incorporer cette argile à la masse du sol pour avoir, plus vite un horizon convenant aux cultures maraichères.

#### La Série de TOUDOUNI

Nous avons cartographié sous ce nom les grandes dunes qui ferment la dépression vers l'aval. Au Sud de la mare l'une d'elles montre un exemple remarquable de reprise d'érosion éolienne, dont ces sols sont coutumiers, déclanchée par le passage du bétail gagnant la mare en contournant les cultures.

Les profils sont peu colcrés, non structurés, variablement remaniés. La faiblesse des taux en éléments fins (A + L inférieur à 5 %) y interdit pratiquement toute culture intéressante. Nous ne jugeons pas dangereuse pour le périmètre l'érosion éolienne sévissant sur cette dune, car dans tout l'ADER DOUTCHI, elle ne déborde jamais cette formation. A la rigueur on pourrait essayer d'y établir un pâturage meilleur.

II - LE PERIMETRE D'ADOUNA

=====

## E T U D E   S O M M A I R E   D U   M I L I E U

---

### SITUATION GEOGRAPHIQUE

La mare d'ADOUNA est située dans la même vallée et plus en aval que celle de KEITA ; par  $14^{\circ} 46' N$  et  $05^{\circ} 35' E$ , sur la feuille au I/200.000 ND 3I XVIII TAHOUA.

Les limites de la zone cartographiée sont celles d'un plan au I/5.000 levé par la SOGETHA.

### CLIMAT

Voir le rapport KEITA

### GEOLOGIE - MORPHOLOGIE

Le site d'ADOUNA est une reproduction de celui de KEITA, seule diffère la répartition des différents dépôts :

- la zone argileuse de décantation est très petite
- les dépôts anciens submersibles, sont, inversement, très étendus ; pour la même raison, l'hydromorphie de nappe, qui leur est associée, est très développée
- les dépôts d'épandage sont également très étendus, toujours en rive droite

Les conséquences pratiques sont d'importance

- les terres à blé sont rares ; il faudra éviter de les submerger si on reconstruit le barrage, actuellement rompu sur le seuil
- les remontées de nappe phréatique, toujours dans l'hypothèse d'un aménagement sont à craindre ; tout risque de salure nocive étant cependant exclus (nappe carbonatée calcique).

## UTILISATION

Elle ne diffère de celle du périmètre de KEITA que par la grande extension de la patate douce, associée, fort judicieusement, aux sols sur dépôts anciens (alluvions non stratifiées de la carte) avec nappe à faible profondeur (voir texte). Il y a peu de blé, faute de terres convenables, peu de légumes, la patate douce les éliminant des meilleures terres. En culture pluviale, mil et sorgho ; le coton n'était pas encore introduit.

## LES SOLS MINÉRAUX BRUTS ET LES SOLS PEU ÉVOLUÉS D'APPORT

### CADRE D'ÉVOLUTION

#### Situation, modelé, matériau

Ces sols forment le Nord du périmètre, au dessus de la cote 350 environ. Ils représentent la fin d'une plaine d'épandage balayée par un cône de déjection mobile à dépôts franchement sableux. La partie actuellement active de ce dernier est alimentée par un chenal d'écoulement presque entièrement comblé par des transports de fonds grossiers qui débordent de ce lit pendant les crues sur une largeur de 75 m environ au total. Ces sables sont cartographiés comme Sols Minéraux Bruts. Le cône à jadis envoyé une digitation de même nature vers le Sud-Ouest, que l'on peut suivre sur le terrain jusqu'à la borne IV (cote 35I). Elle est légèrement masquée par un mince placage des dépôts d'épandage plus fin du reste de la plaine. Colonisée par la végétation, elle a été cartographiée, comme type sableux des Sols Peu Évolués. Le reste de la plaine d'épandage, dont les dépôts témoignent d'un écoulement moins brutal de la crue, est figuré comme type sablo-argileux, calcaire.

En dehors de s sables d'apport récent, la surface de la plaine d'épandage est uniformément brune, légèrement encroutée par le ruissellement déformée par de nombreuses buttes basses (+ 30 cm) et étirées le long de la pente, représentant autant de petites langues sableuses. La pente générale est de l'ordre de 6 %.

Le matériau est formé de lits alternés de sables quartzeux à débris de grès ferrugineux, de calcaire, de couleur brun jaunâtre à blanc, et d'argiles finement sableuses calcaires brunes.

Ces sols sont en dehors de la zone d'inondation temporaire associés à la mare permanente de seuil, mais certains profils montrent des taches ferrugineuses localisées aux surfaces de séparation des lits alluviaux, attribuables à un engorgement temporaire par de petites nappes "perchées à éclipse" créées par des variations de perméabilité dans le profil. Mais dans l'ensemble, la morphologie, la végétation, les cultures sont celles de sols bien drainés.

#### Végétation, Utilisation actuelle

Les cultures ont fait disparaître la formation boisée originelle. N'en subsistent que quelques *Bauhinia reticulata*, *Faidherbia albida*, *Zizyphus mauritiana* avec, en sous strate, *Indigofera* sp., *Pennisetum pedicellatum*. Sur le type sableux nous avons observé des pénicillaires, du henné sur le type sablo-argileux des pénicillaires, du sorgho, du coton vivace, du henné.

Le profil I5 observé dans un champ de sorgho représente le type sablo-argileux

surface : plane, faiblement ondulée (épandage sableux)

0-46 cm Produits d'épandage récent :

0-9 cm E 63 - brun très finement sablo-argileux ; très finement lité, avec granulométrie variable ; structure feuilletée (dépot) sur structure cubique passant à polyédrique fine au sommet (effet du travail du sol) ; cohésion moyenne ; porosité tubulaire moyennement développée

9-20 cm brun, avec ségrégations ocres sur les joints (contemporaines du dépot) ; finement sablo-argileux ; nombreux lits (moins de 1 mm) de sables très fins ; surstructure prismatique ( $\phi$  8 cm) cohésion forte.

20-40 cm dépôts brun foncé argilo très finement sableux à joints de sables très fins, avec ségrégations, par lits de 3 cm, avec lentilles de sables jaunes

40-46 cm sables jaunes ; racines fines et nombreuses.

- 46-100 cm Ancien sol à engorgement temporaire de surface fossilisé
- 46 cm ancienne surface, avec lits de sables fins jaunes et débris carbonisés
- 46-48 brun grisâtre ; nombreuses taches ocres diffuses (1 cm) ; argileux, calcaire ; cubique (5 cm) sous structure polyédrique très fine en assemblage compact ; surstructure prismatique ( $\phi$  20 cm ; fissures 2 cm ; retrait 9 %) ; très dur et cohérent peu poreux.
- 68-100 plus foncé ; argileux, calcaire ; structure à plaquettes légèrement obliques (5 x 1 cm) à faces parfois lisses, en assemblage très compact ; surstructure prismatique (8 x 10 cm) ; très dur et compact

Le sol peu évolué repose ici sur un ancien sol hydromorphe à structure vertisolique qui témoigne de conditions de dépôt moins brutales. Mais l'épaisseur des dépôts à sables jaunes et argiles plus ou moins sableuses calcaires dépasse communément les deux mètres. Le type sableux est celui du profil 2 :

surface : brune légèrement encroutée

- 0-20 cm brun ; texture hétérogène ; masse sablo-argileuse et calcaire parcourue de lits (1 mm) de sables fins et coiffées de 5 cm de sables déliés calcaires ; structure polyédrique (1 cm), cohésion moyenne à forte ; porosité tubulaire médiocre dans les niveaux sablo-argileux ; structure massive ou litée dans les niveaux sableux.
- 20-75 cm jaunâtre ; sables moyens à fins par niveaux de 5 cm eux mêmes finement lités alternant avec des lits de sables blancs, très fins à débris schisteux et calcaires ; massif ; porosité tubulaire grossière encore peu développée
- 75-110 cm lits de sables grossiers quartzeux jaunâtres riches en oolithes ; avec débris (1 cm) de grès ferrugineux ou de calcaire ou schisteux (ces derniers à plat dans les joints)
- 110-120 cm gris brun au sommet, jaune ocre à la base ; avec surface supérieure nette, lissée, soulignée d'une ligne ocre (ancienne surface de dépôt plus ancien) ; petit niveau argileux coiffant des sables calcaires ; massif, débit polyédrique
- 120-135 cm sables grossiers jaunâtres ; très légèrement durcis

I35 - I60 cm comparables à I10 - I20 cm

La succession des dépôts dans les profils, où l'on reconnaît des éléments propres aux trois étages géologiques de l'ADER DOUTCHI, où existe une certaine liaison entre la présence du calcaire et la finesse granulométrique, montre des arrêts ou des ralentissements dans l'alluvionnement. Ces derniers se manifestent par une augmentation de la finesse, la formation de taches ferrugineuses dans d'anciens horizons de surface compactés et encrouvés. Les structures dépendant de la granulométrie ; polyédrique pour les sables argileux, affinée par le calcaire, massive pour les sables purs. Son développement est dû aux racines et au travail du sol. Enfin il semble que cette plaine d'épandage a connu un drainage plus difficile que l'actuel.

### Propriétés analytiques

Les lits de sables grossiers à débris de roche exclus, ces dépôts sont caractérisés par des taux d'argiles ne dépassant pas 27 %, de limon inférieur à I5 (rapport A/L de I,8) de sables fins compris entre 50 et 75 % de sables grossiers entre 2,5 et I2,5 % (rapport sables fins./sables grossiers de 5,7 en moyenne). Le type cartographié comme sableux renferme moins de IO % d'argile en surface

I - I,8 % de matière organique pour le type sablo-argileux, 0,6 % pour le type sableux, C/N de surface de 9 à IO. Taux d'azote respectifs de 0,7 à I ‰ et de 0,35 ‰. Ici se vérifie la liaison éléments fins - matière organique des sols d'apport de l'ADER DOUTCHI.

Taux de phosphore élevés : I,2 à 2 ‰

Profils saturés, somme des bases échangeables de 8 meq (sableux) à IO - 20 meq (sablo-argileux) ; équilibre relatif des cations : Ca = 36 - Mg = IO - K = 2 - Na = 2,5 - taux de potassium : 0,3 meq (sableux) - 0,5 - 0,7 meq (sablo-argileux). pH très élevés : 7,8 - 8,2. Stabilité structurale médiocre (45). Humidité équivalente de II,5 (sableux) à 2I,5 (sablo-argileux) Poids spécifique de I,65

### Conclusions

La fertilité (DABIN) est estimée bonne pour les sols sableux, très bonne pour les sols sablo-argileux ; les réserves en bases sont médiocres (sableux) ou moyennes, en potassium moyennes à bonnes.

La perméabilité superficielle n'est nulle part excessive. Le type sablo-argileux est certainement irrigable ; le type sableux probablement, car nous avons vu des sols équivalents irrigués par puisards à SOKOLE, KEITA. La filtration de l'eau paraît ralentie par les discontinuités de dépôt. Mais il faudra évidemment contrôler la dose de façon à ne pas humecter les niveaux à sables grossiers profonds où elle se perdrait.

En culture sèche, ou irriguée, le coton conviendrait bien au type sablo-argileux. En culture irriguée le maraichage y paraît indiqué ; piments, tomates, oignons, sur le type sablo-argileux ; manioc sur le type sableux. Nous croyons ces sols beaucoup trop légers pour le blé.

Il faudra protéger cette partie du périmètre contre les apports de sables grossiers

#### LES SOLS HYDROMORPHES A ENGORGEMENT SEMI-PERMANENT DE SURFACE

---

##### Le Cadre

Nous avons cartographié sous ce nom les bordures de la mare dont l'aval était encore détrempe en Avril 1962. Comme le terrain n'était pas entièrement praticable, ni levé, nous n'avons pu obtenir une connaissance très fine de cette unité. Le type à dépôt argileux de décantation superficielle borde la mare Ouest. Nous n'avons pas précisé la famille, car, sous la croute de boue argileuse déposée par les eaux de la retenue, on peut avoir, la carte des sols le montre clairement, soit les dépôts d'épandage modernes, soit un banc d'argile de décantation, soit les alluvions non stratifiées anciennes, formations difficiles à identifier lorsqu'elles sont détrempees. Le type sablo-argileux est celui du diverticule Sud, il appartient à la famille des dépôts anciens. La hauteur maximum de la lame d'eau au dessus du type à dépôt de décantation est d'au moins 1,70 m, 80 cm au dessus du type sablo-argileux.

On observe encore quelques *Acacia Nilotica* autour de la mare ; une grande cypéracée tend à envahir ces bordures d'où la patate douce était cultivée en Avril 1962 au dessus de la cote 348,3

Morphologie

Type à dépôt de décantation : N° I8, observé dans un champs de patate

surface : très motteuse

- 0-40 cm      gris foncé ; nombreuses taches rouges à ocres linéaires (pores) s'élargissant sur les faces des mottes ; argilo-limoneux ; structure à petits agrégats cubiques (5 mm) en assemblage compact ; à éléments polyédrique (2-3 cm) à facettes lisses ; cohésion forte ; peu poraux ; très calcaire , à la base joint de sables fins. L'ensemble est un dépôt de décantation
- 40-65 cm      lits du dépôt ci-dessus alternant avec des sables moyens jaunâtres, bien calibrés, calcaires, ségrégations ocres abondantes ; enracinement ramifié
- 65-90 cm      mêmes sables que ci-dessus, non calcaires ; taches plus diffuses, à axe plus gris ; taches noires (Mn) filiformes (e = 2 mm ; l = 10 cm) ; particulière) ; enracinement linéaire
- 90-115 cm      comme 40-65 cm mais à nombreuses taches grises.
- 115-140 cm    argile identique à celle de 0-40 cm mais nombreuses taches gris bleuté (gley)

Type sablo-argileux : N ° 8

- 0-4 cm      beige, des remplissages organiques bruns, des taches ocres ou décolorées le long des racines, croute ocre avec sables déliés en surface et efflorescences punctiformes ; sableux très calcaires ; structure feuilleté puis grumelleuse
- 4-11 cm      gris clair à taches ocre rouille le long des pores ; sablo-argileux , non calcaire ; massif, débit polyédrique ; cohésion moyenne ; porosité tubulaire ; racines verticales

- II-52 cm            gris bleuté à gris noirâtre foncé, avec zones sableuses ocres ; nombreuses taches oranges (dépot), ocre rougeâtres, ou plus diffuses brun rouille à brun noir ; argile-sableux ; polyédrique (2 cm) en assemblage compact faces rugueuses, cohésion forte ; porosité tubulaire ; nombreuses racines non calcaire
- 52-120 cm          ocre, à taches plus claires, jaunes ou ocres à centre brun ou oranges dans les pores du sommet ; sableux à sablo-argileux ; non calcaire polyédrique (3 cm) en assemblage compact, bonne porosité tubulaire ; enracinement vertical.

Ce dernier profil montre, très développés les deux groupes d'horizons caractéristiques de l'engorgement temporaire de surface ; l'un de surface, gris légèrement humifère, à taches ferrugineuses le long des racines ; l'autre, profond (52-120 cm) diffusément coloré. Sur le profil I8 seul le premier groupe est visible, représenté par 0-40 cm ; les variations de texture masquent le second. Les structures dépendent de la texture, avec une finesse plus grande en surface ; Dans le second profil l'accumulation en surface du calcaire est très évidemment due à des remontées capillaires. Dans le premier, où elle reste plausible, elle se superposerait à l'accumulation contemporaine du dépôt, les alluvions tendant à être d'autant plus calcaires qu'ils sont plus fins.

#### Propriétés analytiques

##### Type à dépôt argileux de décantation superficiel

se reporter à la série d'ADOUNA, sur argiles de décantation

##### Type sablo-argileux

15 - 22 % d'argile, moins de 5 % de limons, 25-40% de sables fins, 40-60 % de sables grossiers.

Environ 1 % de matière organique (C/N 10) azote 0,5 ‰, phosphore 0,8 ‰.

Profil saturé, pH 7, bases échangeables 8-10 meq potassium 0,3 meq

UtilisationType à dépôt argileux de décantation

Il conviendrait à la culture du blé, mais est exondé trop tard. Le sorgho de décrue permettrait d'en récupérer une partie. La patate douce y trouve une texture trop lourde (petits tubercules).

Type sablo-argileux

C'est encore un sol parfait pour le maraichage, dans la mesure où l'eau se retire suffisamment tôt. Les textures conviennent à la patate douce ainsi que l'humidité persistante du sol en profondeur. Mais les taux de matière organique nous paraissent un peu faibles. A titre de comparaison nous donnons ci-dessous les propriétés d'un sol de Haute-Volta où la patate douce trouvait des conditions très favorables :

<u>Type sablo-argileux</u>		<u>Sol à patate douce de Haute-Volta</u>
Matière organique	1 %	2,4 %
azote .....	0,5 %	0,94 %
argile .....	15-22 %	12,18 %
pH .....	7	5,4
bases échangeables	8-10 meq	4,5

de plus cette plante demande un milieu très meuble que l'on obtient généralement en montant des buttes d'une quarantaine de centimètres avec l'horizon humifère. Or, à ADOUNA elle est cultivée à plat avec des résultats qui nous ont parus médiocres. Nous ne saurions cependant conseiller de modifier radicalement cette technique, parce que la culture en buttes à l'énorme inconvénient de détruire l'horizon supérieur et d'exiger de longues jachères. Il faudrait essayer d'ameublir plus profondément le sol et d'augmenter son niveau organique.

LES SOLS A ENGORGEMENT TEMPORAIRE DE SURFACE

(Série d'ADOUNA sur argiles de décantation)

Cadre d'Evolution

Immédiatement à l'Est de la mare on observe une petite zone de décantation, emboîtée dans les alluvions anciennes, entièrement défrichée, irriguée et cultivée en blé. Plus en amont on en observe une seconde sur le cours inférieur d'un affluent secondaire de la mare (l'affluent principal n'est pas compris dans le périmètre) coincee derrière une butte sableuse, plus étroite, également défrichée et irriguée, mais avec moins de réussite.

L'épaisseur du niveau argileux varie de 80 à 120 cm. Les sables argileux sous jacents hébergent une nappe phréatique qui n'affecte que peu la morphologie du sol argileux, d'où sa classification

L'épaisseur maximum de <sup>l<sub>h</sub></sup> lame de crue est de 1,3 m à l'Est de la mare, 80 cm dans la seconde zone

Ces sols devaient à l'origine être couverts d'un bois armé à Nilotica dont il ne reste que quelques exemplaires. Aux cultures de blé s'ajoutent parfois tomates et patates douces.

Morphologie

Sols de la zone Ouest, profil N° 5

- surface : croute argileuse de 2 cm
- 0-33 cm      brun ; vers la base quelques taches ocre foncé ; argileux ; nombreux débris de charbon ; formé d'agrégats anguleux de 2-3 mm ; compacts, en assemblage cubique (3 cm) à surstructure prismatique (15 x 5 cm, fissures 2 cm, retrait 25 %) cohésion excessive, très compact. Enracinement fin et dense. Calcaire comme tout le reste du profil
- 33-90 cm      brun à taches ocre foncé très fines, avec fines d'agrégats grisâtres, argileux et calcaire ; structure à plaquettes obliques à faces lisses et patinées surstructure prismatique (Ø 20 cm fissures, 1 cm retrait 5 %) cohésion excessive ; très compact

- 90-II5 cm      gris bleuté à ségragations ocres très diffuses (début de gley) des remplissages organiques à auréoles décolorées, argileux et calcaire ; très humide ; structure en plaquettes obliques en assemblage très compact ; enracinement très fin et abondant ; des efflorescences calcaires sur la tranchée
- II5-I35 cm      ocre à gros pores décolorés gris bleuté ; argilo-sableux à sables grossiers abondants (dépôts de remplissage ancien) massif très humide,
- I35 cm          nappe

Sols de la zone Est, profil N° II

surface : a été travaillée trop humide ; mottes jusqu'à 30 cm de diamètre

- 0-27 cm      gris brun à ségrégations très fines et diffuses ocres à noires ; argileux ; non calcaire en dehors de quelques efflorescences au sommet ; prismatique ( $\phi$  30 cm de fissures 3 cm retrait 9 %) sous structure prismatique ( $\phi$  10 cm) structure fine polyédrique en assemblage compact, horizontalement orienté ; cohésion excessive compacte.
- 27-42 cm      brun foncé à brun ocre ; des taches noires (1-2 mm) rondes ; argileux ; structure en plaquettes obliques (7 x 1,5 cm ; fissures 1 mm) à faces lissées bien développée, striées, à structure prismatique ( $\phi$  6 cm) cohésion excessive, très compact
- 42-65 cm      brun gris à ségrégations diffuses ocre foncé, ensemble brun ocre ; quelques plages décolorées ; argileux ; quelques grains calcaire ; structure cubique à faces supérieures et inférieure obliques ( $\phi$  3-4 cm) en assemblage motteux mais non prismatique (fissures 5 mm) traversé par de grands plans de glissements obliques, très espacés (équidistance horizontale 40 cm) très lissés et striés ; cohésion excessive.
- 65-88 cm      gris brun ; ségrégations ocres diffuses, très ramifiées et nombreuses, des taches noires (4mm au plus), abondantes, à l'intérieur des premières ; quelques zones décolorées grises ; argileux, avec grains de sables grossiers ; quelques colithes, des grains calcaires ; des remplissages de pores calcaires ; structure cubique ( $\phi$  4 cm) en assemblage compact, faces rugueuses ; cohésion très forte ; frais.

- 88-I24 cm      bariolé ; zones décolorées gris clair ; taches ocre foncé diffuses anastomosées, taches noires ; argileux ; nombreux grains de sables, nombreux amas calcaires friables dans les pores (e = 2 mm) ; efflorescences sur la coupe (très humide) ; plastique ; paraît massif ; porosité tubulaire grossière (I-2 mm) peu développée
- I70 cm          nappe

Les caractères de ces profils sont résumés et appréciés ci-dessous :

- ségrégations, couleur -

Les taches ferrugineuses sont toujours discrètes en surface ; en profondeur apparaissent les zones décolorées associées à des débris organiques caractéristiques du gley ; l'abondance des taches ne renseigne pas directement sur la durée de la submersion ; les sols les moins tachés étant ceux de la zone Ouest, les plus durablement inondés ; le plus souvent l'horizon de surface est plutôt gris, couleur passant au brun dessous (profil II et 20) ; cette succession est attribuable au pseudogley de surface. Le bariolage dû à l'engorgement de nappe est surtout visible dans les sables argileux de la base des profils (5-20)

- Texture, calcaire -

Dans la zone Ouest, les sables argileux anciens apparaissent partout à moins de deux mètres sous l'argile de décantation ; dans la zone Est, on ne le décèle qu'à l'accroissement du taux de sables grossiers vers la profondeur. La vitesse de dépôt argileux paraît très inférieure à celle de KEITA. La répartition du calcaire est très variable. Dans le profil II il y en a peu et il semble déposé par la nappe à la base du profil. Dans le profil 20 ce processus donne lieu à la formation d'amas friables (5 mm) en surface ; dans le profil 5 la répartition reste diffuse, et on ne peut rien dire de l'origine du calcaire

- structure -

Leur succession ne varie guère, à état de dessiccation égal. Les 30 premiers centimètres sont fortement fissurés (prismatique, puis cubique) le retrait cimentant fortement les fins agrégats polyédriques caractéristiques de la surface. Les plaquettes obliques apparaissent immédiatement au dessous, leur assemblage pouvant être affecté par le retrait du sol.

Seul le profil II est assez profond pour montrer l'élargissement des plaquettes et la compacité croissante de leur assemblage habituels vers la base des Vertisols Topomorphes. Les sables argileux de la base paraissent massifs.

- comparaison avec la série de KEITA -

Ils possèdent la même succession de structures, mais avec une compacité plus forte. Les ségrégations plus abondantes ont permis de les faire passer des sols peu évolués d'apport mal drainés (KEITA) aux sols hydromorphes.

Propriétés analytiques

Taux d'argile compris entre 50 et 60 %, de limon entre 12,5 et 25 moins de 10 % de sables grossiers ; ces dépôts de décantation sont nettement moins lourds que ceux de KEITA. Plus précisément ces textures ne se rencontrent à KEITA qu'au Nord du périmètre, au contact de la zone de décantation et d'une plaine d'épandage à apports très grossiers. A ADOUNA, ces conditions de dépôt, plus turbulentes, doivent exister sur toute la zone argileuse. Les sables argileux emboitant renferment 15 % d'argile, 5 % de limon, 50 % de sables grossiers

Un peu plus de 2 % de matière organique dans l'Ouest, 1,4 % dans l'Est, C/N de 9, taux d'azote respectif de 1,35 ‰ et de 0,85 ‰. Ces taux décroissent lentement vers la profondeur : 1,3 % à 50 cm à l'Ouest, 0,6 % à 70 cm à l'Est avec même C/N

Taux de phosphore de 2-2,2 ‰ à l'Ouest, 1,3 ‰ à l'Est

Profils saturés, pH de 7,6 à 8,3 en surface (sans rapport avec la forme ou la présence de calcaire) tendant vers 8 vers la nappe, en profondeur. Somme des bases échangeables de 26 à 38 meq/100 g de sol (soit en moyenne 55 meq/100 g d'argile)

Equilibre relatif des cations : Ca = 50 - Mg = 10 - K = 1,8 (surface) K = 1 (profondeur) - Na = 2,2. Taux de potassium en surface remarquablement élevé et peu variable : 0,9 - 1,0 meq/100 G.

Conductivité croissant en surface d'amont (0,7 millimhos) en aval (0,38) restant faible

Stabilité structurale médiocre (40-55) Humidité équivalente de 30,5 à 38,5 % soit de 520 à 650 mm dont 190 à 230 mm utilisables.

### Conclusions

A peine moins riches en bases, mieux pourvus en azote que les argiles, ces sals hydromorphes à structure de vertisol ont les mêmes règles d'utilisation :

- conviennent parfaitement au blé irrigué
- pas de risque de salure
- consommation d'eau énorme, probablement gaspillage important (voir rapport KEITA)
- coton possible si le sol est correctement travaillé, ce qui n'est malheureusement pas le cas (voir profil II)

Lesquelques cultures de patate douce qui s'y observent n'y sont vraiment pas à leur place, l'ameublissement qu'elles exigent y est difficile à obtenir, et n'est pas réalisé

Dans la zone Ouest la nappe est vraiment proche de la surface (1,2 m) ; si la zone irriguée est étendue, il faudra surveiller sa remontée probable.

### LES SOLS A ENGORGEMENT MIXTE A PSEUDOGLEY, A TACHES

#### Cadre d'Evolution

Ces sols se développent au contact de la zone d'inondation soit de la plaine d'épandage à sols peu évolués (type sablo-argileux, calcaire) soit, des buttes sableuses à sols brun rouge (type sablo-argileux), d'où leur disposition en frange sur la carte. Dans le premier type la hauteur de la crue est au maximum de 1,7 m et la nappe phréatique y fluctue entre 40 et 210 cm de profondeur. Dans le second, la crue ne dépasse pas 1m, le niveau maximum de la nappe est de - 60 cm environ, le niveau minimum y atteint - 260 cm

Sur le premier type se font des cultures de patate douce et de henné, sur le second on observe quelques champs de mil et des jachères à Indigofera.

MorphologieType sablo-argileux calcaire n° I7

- 0 - 18 cm E à F 6I, gris brun très foncé ; nombreuses taches linéaires jaunes ramifiées, finement sablo-argileux ; calcaire ; structure polyédrique à nuciforme (1 cm) motteuse (culture) ; très développée ; cohésion moyenne ; très finement poreux ; concentre les racines de patate douce
- 18-40 cm gris brun ; taches moins nombreuses et nettes ; un peu plus argileux ; remplissages de pores calcaires ; massif, débit cubique (4 cm) ; avec traces de litage ; cohésion moyenne ; porosité tubulaire de 1 mm assez bien développée
- 40-65 cm jaunâtre ; nombreuses taches linéaires ocres à rouges, fines, (moins de 1 mm) massif à particulaire ; un peu plus cohérent au sommet ; très sableux.  
pas de transition avec :
- 65-100 cm sables un peu plus grossiers jaunâtres ; très riches en taches noires ; linéaires ; groupées en amas irréguliers (20 cm) en nombre décroissant vers la base, parfois latéralement remplacées par des taches rouges de même forme
- 100-140 cm brun, à taches ferrugineuses, finement argilo-sableux, calcaire à lits de sables très fins
- 210 cm nappe

## INTERPRETATION

première phase : ..... 0 - 40 cm

deuxième phase : .....40 - 100 cm

troisième phase : ...100 - 140 cm

horizons marqués par le pseudogley de surface : 0 - 40 cm

horizons marqués par le pseudogley de profondeur : 65 - 140 cm

On reconnaît la succession de dépôts déjà décrite dans les sols peu évolués de la même famille, ainsi que les deux groupes d'horizons du pseudogley de surface (0-40 cm et 40-65). L'action de nappe est caractérisée par les amas de taches surtout manganésifères qui se forment dans la frange capillaire la surmontant immédiatement.

Le développement de la structure en surface, très fine mais malheureusement fragile, est plus le fait des racines de patate douce que celui du travail du sol. On remarque à ce propos combien la culture gagnerait à un travail plus profond, la zone exploitable étant de 40 cm, la zone effectivement exploitée de 18 cm seulement.

Type sablo-argileux N° I4

Surface : gris brun

0-5 cm	gris ; sableux ; massif ; débit en plaques ; cohésion moyenne non poreux
5-17 cm	gris jaunâtre à ocre ; taches linéaires (1 x 4 mm) rouges et nettes ou ocres et très diffuses ; très abondantes, sur fond gris clair ; massif, débit anguleux, cohésion moyenne ; porosité tubulaire fine peu développée
17-35 cm	fond gris clair ; (réticulum) à nombreuses taches ocres diffuses parfois rouges (remplissages plus poreux) ensemble brun ocre quelques taches noires (Mn) mates ; sablo-argileux massif, débit polyédrique ; cohésion moyenne à forte ; porosité tubulaire assez grossière ( $\phi$ 1mm), plus développée que la porosité intergranulaire ; enracinement fin ; moyen.
35-65 cm	ocre rougeâtre ; taches rouges plus abondantes ; taches noires plus nombreuses ; plus argileux ; massif ; porosité tubulaire ( $\phi$ 0,5 mm) régulièrement développée
65-155 cm	fond décoloré gris clair ; marbré de rouge, jaune, taches noires allongées (5 cm x 4 mm) très nombreuses, par amas à axe vertical (pellicule manganésifère enrobant les grains de quartz) même texture ; débit polyédrique (2 cm) cohésion forte ; porosité de même type.
240 cm	nappe

Les sables argileux non calcaires sont ceux du dépôt de remplissage ancien remaniés sur les 17 premiers centimètres. Les taches étant plus diffuses, il est plus difficile d'interpréter les niveaux d'hydromorphie. L'engorgement de nappe est sur à - 65 cm. La porosité tubulaire est spécifique, en milieu sableux, de l'engorgement. Il n'y a pas de développement intéressant de structure. Au contact de la zone de décantation ces sables s'enrichissent légèrement en argile en surface ; les taches deviennent en même temps plus nombreuses et abondantes.

Propriétés analytiquesType sablo-argileux calcaire

Texture : voir le type correspondant des sols peu évolués. Ce sont celles qui font la valeur de ces sols

Matière organique : 2,2 % (C/N 9) azote 1,4 ‰, phosphore 1,5 ‰

Bases échangeables 14 meq ; potassium 0,8 meq ; pH 8,2 ; conductivité 0,3 millimhos

Stabilité structurale médiocre (45) ; humidité équivalente ; voir type correspondant des sols peu évolués

Fertilité (DABIN) très bonne

Type sablo-argileux

10 à 17 % d'argile, moins de 2,5 % de limon, 50 à 60 % de sables grossiers

1,2 à 0,4 % de matière organique (C/N 10 à 11) azote 0,9 - 0,2 ‰, phosphore 1,2 - 0,6 ‰

Sols neutres à très légèrement acides (pH 6,5 - 7,3) pratiquement saturés (95-100) ; somme des bases échangeables 5 à 10 meq ; potassium 0,6 0,2 meq

Humidité équivalente 9 à 12 % ; poids spécifique 1,7

Fertilité (DABIN) moyenne à bonne

UtilisationType sablo-argileux calcaire

Sols irrigables, convenant surtout au maraichage.  
Culture de la patate douce améliorable. Coton théoriquement possible, pratiquement interdit par une décrue trop tardive.

Type sablo-argileux

Sols douteusement irrigables, à réserves minérales ne permettant pas d'espérer une culture continue sans engrais ou amendements. Convient surtout au manioc.

LES SOLS A ENGORGEMENT MIXTE, A PSEUDOGLEY A TACHES ET AAMAS CALCAIRESLe Cadre d'Evolution

Ces sols, très caractéristiques d'ADUNA, se développent dans la zone d'inondation, sur les matériaux de remplissage anciens, avec une nappe à faible profondeur. Autour de la zone de décantation un medolé très aplani, correspondant aux sols à horizon humifère dépassant 30 cm, remplace les ondulations propres aux dépôts sableux anciens qui réapparaissent au dessus de la cote 349.

Partout la surface est couverte d'une plaque d'argile craquelée, calcaire ( $\phi$  5 cm - e = 1 cm, fissures 2,5 cm - retrait 29 %) qui pourrait la faire confondre avec celle des sols hydromorphes à structure de vertisols.

Ce que nous savons des conditions d'engorgement est résumé ci-dessous :

S O L	Horizon humifère de + de 30 cm		Horizon humifère de - de 30 cm	
Cotes extrêmes	348,8	349	349	350
Niveau maximum de la crue	1,2 m	1,0 m	1,0 m	0
Niveau nappe en avril 1962	- 1,6 m	- 1,75 m	- 1,75 m	- 2,0 m
frange capillaire sommet		- 90 cm		

D'après la morphologie des profils il semble que la frange capillaire est encore en surface du sol après retrait de la crue.

Ces sols sont couverts de patate douce, exclusivement.

### Morphologie

Le profil ADOUNA 6, est le type des sols à horizon humifère relativement moins épais :

0-16 cm	gris foncé ; sableux calcaire ; massif devenant , après culture, grossièrement nuciforme (2-3 cm) ; cohésion très forte ; peu poreux
16-30 cm	jaune rouge pâle à taches légèrement décolorées ; non calcaire dans la masse, mais au sommet de l'horizon concrétions tendres calcaires (amas) rhizoïdes (3 x 10 mm) très blanches, formées de calcaire cimentant les grains du squelette (donc autochtones) ; sableux ; massif, débit non orienté ; cohésion moyenne ; bonne porosité intergranulaire ; porosité tubulaire (1 mm) assez bien développée
30-100 cm	jaune rouge plus soutenu ; taches jaunes en auréoles (5 mm) autour des pores ; même texture ; non calcaire ; massif ; débit encore moins différencié ("cubique") ; porosité uniquement tubulaire ; réduite ; nombreuses radicelles ; très humide.
90 cm	:frange capillaire
100-174 cm	rouge ; très nombreuses zones décolorées jaunes autour des pores (stries verticales claires) ; de plus en plus riche en ségrégations manganésifères ; linéaires (4 x 1 mm) verticales, poreuses, de plus en plus durcies vers la base ; au contact et dans la nappe (- 174 cm) sont très nombreuses et nettement concrétionnées ; tout en restant tendres, et <u>deviennent calcaires</u> ; sableux ; massif ; porosité tubulaire
174 cm	nappe

Le profil 3I dont nous donnons la description abrégée représente l'unité la plus profondément humifère

0-25 cm	gris brun ; sableux ; calcaire ; structure motteuse "scufflée", cubique à nuciforme (moins de 5 cm ) avec emballage de sables déliés, cohésion très forte.
25-40 cm	gris brun ; même texture ; calcaire massif ; débit cubique ; cohésion forte ; porosité tubulaire fine, peu développée ; des remplissages ocres, très fin pseudomycélium calcaire.
40-65 cm	fond jaune à rouge ; avec zone éclaircies jaunâtres ; des remplissages foncés humifères ; même texture ; nombreuses concrétions calcaires rhizoïdes (40-47 cm) blanches, et pseudomycélium calcaire très abondant, grossier (1 mm) massif.
47-65 cm	rouge à taches jaunes
65-II5 cm	rouge à taches linéaires manganésifères légèrement durcies
II5 cm	rouge à taches rouges ferrugineuses légèrement durcies et concrétions calcaires dures, brunes, petites (6 x 2 mm)

Soit de haut en bas :

- un horizon humifère calcaire à structure massive et faible porosité ; il est travaillé sur une épaisseur comprise entre 16 et 25 cm ; pris trop humide, il donne des mottes plus cohérentes et moins poreuses que la masse ; parfois pseudomycélium à la base

- un horizon faiblement coloré à amas ou concrétions, tendres rhizoïdes calcaires parfois associées à du pseudomycélium ; maximum de porosité (tubulaire) du profil ; suggère une concentration locale des carbonates de la nappe par les racines

- un horizon coloré de transition avec zones de réduction autour des pores racinaires ; parfois pseudomycélium

- un horizon coloré et bariolé correspondant au séjour de la frange capillaire (au moins) en saison sèche ; taches manganésifères et ferrugineuses légèrement durcies, concrétions calcaires du type habituel (dures) à celles qui se forment dans la nappe, associées aux dépôts de manganèse.

Le succès de la culture de la patate douce s'explique sur le seul examen du profil, par la texture (sableuse à sablo-argileuse) et l'humidité persistante en profondeur. Encore une fois, on constate que le travail du sol est imparfait et que la culture exploite mal la base de l'horizon humifère. Enfin dans ces sols dépourvus d'écran argileux rien ne s'opposera à la remontée de la nappe au cas d'extension du périmètre irrigué.

### Propriétés analytiques (crouete argileuse exclue)

Taux d'argile de II à 2I % en surface, avec moins de 5 % de limon ; 6 à 8 % d'argile en profondeur ; partout rapport sables fins / sables grossiers de I à 0,5

I,1 à I,8 % de matière organique en surface (C/N 9 à II) 0,4 % vers 40 cm (base horizon humifère), moins de 0,2 % dans les horizons rougis. Azote 0,7 - I,0 ‰ en surface. Phosphore 0,9 - I,4 ‰.

pH 7,9 - 8 en surface, se maintenant à 8,3 dans les horizons non humifères ; profil saturé ; somme des bases échangeables de 2,5 à 5 meq en profondeur ; IO - I4 en surface potassium 0,4 - 0,8 meq (surface) équilibre relatif des cations en surface :

- Ca = 2I - Mg = IO - K = I,8 - Na = 2,3 -

en profondeur

- Ca = 4,5 - Mg = IO - K = I - Na = 2

l'augmentation relative du magnésium est attribuable à la nappe.

Humidité équivalente de I3 à I7 % en surface, 7 à I2 % en profondeur soit I60 mm/m pour un profil moyen (horizon humifère de 30 cm) dont 60 cm utilisables.

Stabilité structurale médiocre (45) ; assez faible perméabilité en dépit de la texture

### Conclusions

Dans ces sols très fertiles, les sables argileux anciens ont été considérablement enrichis, en surface, en éléments fins et bases par apport en suspension lors de la crue et en matière organique par suite de l'hydromorphie, au point d'être plus fertiles que les sables argileux calcaires modernes. Mais cette fertilité est strictement localisée à l'horizon humifère, ce qui exclut tout essai d'approfondissement de la couche arable au delà de ce niveau (ce qui reste possible dans les sables argileux calcaires) Cet aménagement naturel des sols permet d'espérer une productivité constante. Le choix de la patate douce par les agriculteurs locaux est des plus judicieux. On peut espérer améliorer les rendements, qui paraissent faibles de la façon suivante :

- l'alimentation en eau est assurée par la nappe (cas normal des cultures de patate douce en zone plus humide), mais il y a loin entre la zone fertile, riche en racines et la frange capillaire ; en Avril 1962 de nombreuses parcelles manifestaient un sérieux manque d'eau. Un léger appoint d'eau d'irrigation serait utile à cette époque

- l'horizon de surface, devrait être mieux travaillé, massif et très cohérent dès qu'il se dessèche, il se laisse mal pénétrer par les racines, aussi les tubercules restent-ils tout petits.

Nous ne pensons pas que le blé irrigué puisse y réussir. Les cultures maraichères y sont évidemment très idiquées. L'absence de cultures pérennes s'explique simplement par l'existence de la crue d'hivernage.

#### SOLS A ENGORGEMENT DE NAPPE SEMI-PERMANENTE DE PROFONDEUR

##### Le Cadre d'Evolution

Ces sols se développent sur le même matériau que l'unité précédente mais à des cotes qui les mettent à l'abri de la submersion et de la décantation argileuse superficielle. En avril 1962 la profondeur de la nappe était comprise entre 2,8 et 3,2 m selon la cote. Pendant la crue ce niveau est susceptible de s'établir à 80 cm de la surface (cote 350) et la morphologie du profil montre que la frange capillaire peut remonter jusqu'à - 20 cm.

Cela aurait besoin toutefois d'être vérifié pendant l'hivernage.

Ce sont des buttes basses (+ 2 m au plus) couvertes de champs de sorgho de jachères à *Callotropis procéra* et *Indigofera* sp., piquetées de quelques *Bauhinia reticulata*.

##### Morphologie

##### Profil type n° 7

0-7 cm	brun noirâtre sableux ; tendance nuciforme (2 cm) cohésion faible à moyenne ; très poreux ; nombreuses racines ; base très tranchée (horizon de culture)
--------	--

- 7-22 cm                    brun légèrement ocre ; sableux ; massif ; débit irrégulier ; cohésion faible ; très poreux (intergranulaire et tubulaire) chevelu et radicelles abondants .
- 22-48 cm                    brun ; sableux ; calcaire dans la masse ; des remplissages de pores et des espaces intergranulaires calcaires ; structure polyédrique de 2 cm ; cohésion moyenne à faible parait agrégée ; porosité et enracinement toujours forts
- 48-95 cm                    ocre rouge ; avec taches diffuses plus rouges ou, plus rarement jaunâtre (décoloration) ; des trainées verticales humifères avec auréoles de décoloration (vieilles racines) de fins remplissages calcaires en profondeur ; sableux calcaire ; massif ; débit à faces légèrement mamelonnées tendance particulaire ; cohésion moyenne ; porosité surtout tubulaire ; moins de racines (horizon engorgement de nappe)
- 95-160 cm                    devient ocre jaunâtre ; les plages décolorées jaunâtres augmentent ; vers 80 - 110 cm des taches brunes (Mn) et quelques concrétions noires de 1 - 2 mm ; amas calcaires plus abondants ; sableux ; toujours calcaire dans la masse ; massif ; cohésion moyenne ; localement forte ( agrégats rougis) ; porosité tubulaire irrégulièrement développée

L'aspect de ces profils a suggéré qu'ils ont été formés par invasion de la nappe phréatique associée aux alluvions modernes, riche en calcium d'anciens sols rubéfiés de la couverture sableuse ancienne (sols brun rouge des sites actuellement bien drainés). On a admis qu'il en a été de même pour l'unité précédente, plus trans, formée, avec laquelle cette unité peut être comparée :

- les horizons supérieurs, sont bruns, épais, mais ici seule leur base est calcaire ; comme ils ne sont pas submergés, ils conservent une forte porosité dans le niveau calcaire, et une structure finement polyédrique

- les horizons colorés profonds et engorgés sont moins tachés, mais on retrouve une zone à taches manganésifères et l'augmentation du nombre d'amas calcaires vers la base du profil ; les structures y sont également massives et la porosité de type tubulaire.

### Propriétés analytiques

I à 2 % de matière organique en surface (C/N 9,5 - 10,5) 0,4 % vers 30 cm

7 % d'argile parfois II % en surface, moins de 5 % de limons, 40 à 45 % de sables fins, 40 à 55 % de sables grossiers

pH élevés dès la surface : 7,9 ; dépassant 8 en profondeur. Sols saturés ; somme des bases échangeables de 2,5 à 5 meq ; taux de potassium ; 0,55 meq peu variable ; équilibre des bases (surface) Ca = 6 - Mg = 10 - K = 4 - Na = 2,3. Il existe un léger excès relatif de K (Mg/K inférieur à 3) La faible valeur de Ca/Mg est attribuable à la nappe.

Léger excès du phosphore (0,9 %) sur l'azote (0,6 - 1%) selon les normes DABIN

Pas de sels solubles en quantités nuisibles ; conductivité inférieure à 0,25 millimhos

Stabilité structurale médiocre (45) ; humidité équivalente 5 - 8 % (80-150 mm/m)

### Conclusions

Ces sols ont les mêmes réserves organiques que l'unité précédente, une fertilité probablement excellente, mais des réserves en bases nettement plus faibles, faute de limonage superficiel (qualifiable de faible à médiocre pour les bases échangeables, bonnes pour le potassium)

Ces terres donnent un exemple de localisation, rare, du sorgho sur des textures sableuses, explicable par la richesse organique et le niveau pas trop bas des réserves minérales. L'absence de la patate douce est due à la profondeur trop grande de la nappe.

Elles seront plus difficilement irrigables que l'unité précédente parce que leur texture est légère dès la surface ; la dose nécessaire pour humecter les quarante premiers centimètres, humifères n'est que de 30 mm évaporable en Janvier en 4 à 5 jours seulement. En outre la fertilité dépend plus strictement qu'ailleurs, du stock de matière organique (pas de limonage) qu'il faudra maintenir. Enfin des carences magnésiennes sont possibles.

Dans le cas d'aménagement nous ne pensons pas que le blé puisse y réussir. Le coton est douteux. Si l'augmentation des surfaces irriguées fait remonter la nappe, la culture de la patate douce selon le mode traditionnel deviendra possible. Si elle reste au niveau actuel, on pourra planter des arbres fruitiers pouvant l'exploiter. Le maraichage constitue, dans le cas d'irrigation la spéculation la plus sûre.

## LES SOLS BRUN ROUGE

### Le Cadre d'Evolution

Ces sols occupent des buttes basses dominant de 3 à 5 m les alluvions modernes, à l'abri de la submersion et de l'influence de la nappe. Dans la région d'ADOUNA, elles représentent des enclaves de dépôts alluviaux anciens dont les dépôts récents ont recouverts toutes les dépressions.

Leur aspect est le même qu'à KEITA, surface couverte de rides éoliennes et de nebkas, cultures de pénicillaire, rejets de Bauhinia réticulata, quelques rares Faidherbia albida, Acacia raddiana, Balanites, jachères à Calotropis, Cassia Aschrek, Pennisetum sp.,

### Morphologie

#### Profil type ADOUNA I

Surface : 2 - 5 cm de sables grossiers, un peu plus grossiers que ceux du sol, parfois agrégés en croute feuilletée (3 mm) à cohésion faible

0-15 cm

7,5 YR 5/6 brun à brun rouge foncé ; sableux ; massif ; débit régulier non orienté, à faces rugueuses ; cohésion moyenne ; porosité intergranulaire très fine et réduite ; quelques radicelles ; chevelu capillaire peu abondant

- 15-24 cm brun rouge à remplissages bruns ; sableux ; massif ; débit aisé à mottes de 1 - 2 cm à arêtes assez nettes ; faces mamelonnées, cohésion moyenne ; plus faible que ci-dessus ; porosité intergranulaire plus développée ; nombreuses et fines radicelles ; bulbes de cypéracées
- 24-57 cm 5 YR 4/8 (plus rouge) ; brun rouge vif ; à remplissages brun rouge plus clair (horizon supérieur) ; mêmes sables à colithes ferrugineuses, quartzeux assez grossiers, granulométrie étalée, deux modes : 0,52 et 0,35 mm, formés roulés ou émoussés, éolisés ; structure à tendance polyédrique ; cohésion moyenne à faible ; quelques agrégats durcis ; porosité d'assemblage lâche assez fine, très développée ; nombreux pores ( moins de 1 mm) nids d'insectes calcaires
- 57-100 cm 5 YR 4,5/6 (plus rouge) ; jaune rouge ; même texture, structure massive à débit polyédrique (facettes de 2,5 cm) cohésion moyenne ; porosité plus grossière ; tendant vers le type tubulaire (1 mm) assez développée ; quelques radicelles
- 100-150 cm moins rouge ; même structure ; structure plus large ; débit plus régulier (4 cm) ; cohésion moyenne ; porosité tubulaire moyennement développée ; encore quelques agrégats durcis ; peu de racines remplissages calcaires

On reconnaît là le profil des bruns rouge des dépôts de remplissage ancien (carte pédologique de l'ADER DOU'CHI) fortement rougis, à variation de porosité et structure relativement importantes pour un sol sableux

#### Propriétés analytiques

Environ 4 % d'argile dans l'horizon de surface (cultivés) 5-7 % dans le profil (matériau non atteint). Des traces de limon, 25 à 50 % de sables fins et 50 à 65 % de sables grossiers.

0,3 à 0,4 % de matière organique en surface (C/N 9) 0,2 - 0,3 % vers 30 cm (C/N 8/9) ; azote 0,25 % au plus, phosphore 0,45 %.

Profil, très légèrement désaturé en surface (95 %), saturé en profondeur ; somme des bases échangeables 4-5 meq ; potassium 0,1 meq ; équilibre relatif des cations : Ca = 23 - Mg = 10 - K = 1,1 = Na = 1,1 (chiffre douteux). Le rapport Ca/Mg normal pour des sols bien drainés (2,3) montre que celui des sols hydromorphes de la même famille (0,45 et 0,6 en dehors des croûtes argileuses et horizons enrichis en argiles) était bien dû à l'engorgement de nappe. pH voisin de 7 dans le profil.

Stabilité structurale médiocre (45) : humidité équivalente 110 à 150 mm/m

Fertilité (DABIN) moyenne

### Conclusions

Ces sols sableux ; difficiles à irriguer, à réserves organiques et minérales médiocres, ne sont pas à inclure dans le périmètre d'irrigation, dont leurs cotes élevées les excluraient de toute façon. Même à l'échelle du NIGER, ce sont d'excellentes terres à mil, dont seule la pluviométrie déficitaire exclut l'arachide.

I I I - L E P E R I M E T R E D E T A B O Y E

=====

## E T U D E   S O M M A I R E   D U   M I L I E U

### SITUATION GEOGRAPHIQUE

TABOYE est un petit village de la circonscription de MADAOUA, situé à 27 Km au NW de cette ville par 14° 13'N et 05° 45'E. La surface cartographiée est une section de la vallée alluviale de la MAGGIA, limitée vers l'Ouest par le lit principal, et vers l'Est par les bas glacis.

### CLIMAT

Il n'est connu que par les stations de MADAOUA, et de TAHOUA, celle de TAMBA, plus proche, n'ayant fonctionné que pendant peu d'années. En interpolant entre ces deux stations on obtient une pluviométrie moyenne de 500 mm qui est celle du climat Sahélo-Soudanais (AUBREVILLE) à sa limite Nord, et qui autorise la culture de l'arachide sur sols sableux (ce qui n'était pas le cas à KEITA et ADOUNA). Pour les températures et l'évapotranspiration, se reporter au rapport KEITA.

### GEOLOGIE MORPHOLOGIE

A TABOYE, la vallée de la MAGGIA s'enfonce dans les grès du Continental Terminal, les marno-calcaires de l'Eocène jusqu'à la base de ce dernier, formé de schistes argileux. Les versants se terminent dans le périmètre par des buttes rocheuses portant des lambeaux de cuirasse conglomératique et dont le pavage dissimule plus ou moins parfaitement les schistes sous-jacents et leur couverture de vertisols. Le remblayage ancien est représenté par des sables argileux rouges (sols brun rouge) en placage discontinu sur ces buttes rocheuses et passant sous les alluvions modernes qui forment l'essentiel du périmètre. Ces dernières résultent d'un apport longitudinal par la MAGGIA (plaine d'épandage) et d'apports transversaux par des cours très temporaires alimentés par les versants (cones d'épandage). La plaine d'épandage et les cones subissent une submersion très temporaire en hivernage dont l'effet sur les sols est très mesuré mais qui permet la culture des textures les plus lourdes. La nappe phréatique est partout relativement profonde en saison sèche. Son magasin est formé par le remblayage ancien qui porte des traces d'engorgement en profondeur très caractérisées, et à notre avis inactuelles (voir chapitre des brun rouge).

## UTILISATION

Jadis, les alluvions, très fertiles et bien humectées par la crue en hivernage, portaient surtout du sorgho, qui y trouvait des conditions idéales. Il est remplacé depuis peu par le coton (voir utilisation des sols peu évolués) qui y réussit très bien. Les cultures vivrières doivent dès lors se contenter des sols sableux du remblayage ancien, qui, bien qu'excellents comparés à leurs équivalents du NIGER, sont moins productifs et surtout doivent faire l'objet d'un effort d'amélioration. Dans l'étude des sols, on verra que les facteurs limitant la production du coton semblent être l'eau dans quelques secteurs à texture sableuse des alluvions, ce qui justifie l'aménagement projeté (épandage de crue) et un travail insuffisant du sol.

## LES SOLS PEU EVOLUES NON CLIMATIQUES D'APPORT

### Le Cadre d'Evolution

#### Situation, modelé, matériau

Les sols peu évolués sont les sols de la plaine d'épandage de la MAGGIA, et des cones détritiques latéraux qui s'y étalent aux pieds des versants SUD. Ces produits d'apport modernes sont emboîtés sur les sables anciens à sols brun rouge ou le pavage à blocs de grès ferrugineux ou de cuirasse conglomératique des glaciers rocheux de piedmont.

A TABOYE la plaine d'épandage de la MAGGIA, s'élargit en une ellipse longue de 2,6 Km et large de 1,3 Km fermée par un étranglement large de 400 m vers l'aval. La pente longitudinale moyenne est de l'ordre de 0,3 %. On y observe quelques irrégularités topographiques à signification texturale. Des secteurs plus argileux, très légèrement déprimés (moins de 50 cm), canalisent la crue le long de la MAGGIA ou aux pieds des versants (type argileux et argilo-calcaire). Leur surface est fissurée en saison sèche et parcourue de chenaux d'écoulement, fortement ramifiés et incisés vers l'aval (phase à chenaux), au point de constituer une menace sérieuse d'érosion régressive. Les zones les plus sableuses (type sablo-limoneux) forment des buttes allongées (+ 1 m) raccordées aux zones argileuses par de très faibles pentes à texture intermédiaire (type argilo-sableux, limono-calcaire), à surface également couverte d'une couche pluviale lisse souvent calcaire. La carte des sols suggère un recouvrement plus léger recouvrant, autour de la borne IO, un flat plus argileux, recouvrement représentant probablement, étant donné sa forme élargie vers l'aval, un cone de rupture de la MAGGIA, alors que les dépôts argileux représentent plutôt les "limons de débordement" de cette rivière temporaire.

Les cones d'épandage latéraux sont mis en place par le ruissellement plus ou moins concentré des petites vallées adjacentes. Leurs dimensions sont restreintes (au plus 30 ha) leur pente longitudinale plus forte (de l'ordre de 1,6 %). Ils recouvrent des sols à taches ferrugineuses que nous avons interprétés comme sols hydromorphes fossiles sur dépôts anciens. (alluvions anciennes non stratifiées) représentant les bas de chaîne à sols brun rouge.

Ces matériaux forment une série texturale unique (voir propriétés analytiques) caractérisée par l'abondance relative des sables fins, allant de dépôts entièrement sableux à des argiles frisant la texture des argiles de décantation (65 % d'argile). Le litage est toujours visible dans les profils plus irréguliers, et soulignés de débris grossiers (grès) dans les cones d'épandage.

Nous n'avons pas de renseignements chiffrés sur la crue à TABOYE ; les différences d'intensité d'hydromorphie ont été appréciées uniquement sur les profils. Comme elles sont faibles, que la végétation n'est nullement modifiée, il est probable que la durée de la submersion n'excède guère quelques journées d'hivernage. La nappe phréatique, hébergée par le remblayage ancien, est actuellement trop profonde pour influencer la morphologie des sols (4,75 m en avril 1962 à la cote 334,9, profil 33), mais la redistribution du calcaire dans certains profils suggère l'existence de nappes perchées à éclipses pendant l'hivernage.

#### Végétation, utilisation

Ce terroir très fertile et concentrant à la fois les eaux de ruissellement des versants et de la crue de la MAGGIA a été entièrement défriché et ne conserve plus que quelques reliques de la couverture végétale primitive.

Tamarindus indica, Poupartie Birrhoea, Faidherbia albida, Acacia pubescens, Zizyphus mucronata, Balanites aegyptiaca, Hyphaene thebaica, Bauhinia reticulata (fréquent), Bauhinia rufescens, Zizyphus mauritania (fréquent), sont les principales espèces ligneuses, Quelques ficus jalonnent la zone de moins grande profondeur de la nappe (thalweg profils 33, 32, II, 2). Les plantes de jachères les plus courantes sont des indigofera et le Cassia Aschrek.

Avant l'introduction récente du coton, le sorgho était la principale culture, que justifiait la richesse et le régime hydrique privilégié de ces terres. Il était accompagné, sur les sols les plus légers, de penicillaire et de manioc, ce dernier irrigué par puisards. En 1962, d'après nos notes de terrain, les cultures se répartissaient de la façon suivante, selon les propriétés des terrains :

- le coton était cultivé sur les sols de la plaine d'épandage de la MAGGIA, à taux d'argile variant entre 15 % et 65 % d'argile et de matière organique entre 0,7 et 2,2 %. Il pouvait présenter un aspect végétatif moyen ou élevé (tige de plus de 80 cm) dans toute cette gamme.

Mais au-dessous de 22 % d'argile, et de 1,5 % de matière organique six champs sur 10 montraient des cotons : chétifs (tiges de moins 40 cm) ou clairsemés. Au dessus de ces chiffres le coton était moyen ou beau. Il n'y avait pas de coton dans les cones d'épandage

- le sorgho était cultivé sur des taux d'argile compris entre 19 et 53 % de matière organique entre 0,7 et 2 % avec un succès semble-t-il égal, aussi bien dans la plaine d'épandage que sur les cones.

- le pénicillaire se limitant aux sols plus légers des cones d'épandage 15 à 20 % d'argile, 0,6 à 0,8 % de matière organique.

- le manioc était cultivé à la base d'un cone sableux d'épandage (7 % d'argile - 0,4 % de matière organique) près de TABOYE, et vers LANDAMA (profil 20) sur des alluvions à 31 % d'argile et 1,7 % de matière organique en des sites où la nappe phréatique n'était pas trop éloignée de la surface.

## MORPHOLOGIE

### Sols bien drainés sur cones d'épandage

surface	calcaire, le plus souvent
0-18 cm	brun ; argilo-calcaire ; prismatique à débit cubique ; cohésion forte ; porosité tubulaire irrégulière ; bien développée
18-46 cm	alternativement formé de dépôts finement lités à sables grossiers ; débris de grès ferrugineux, de calcaire, de fines plaquettes de schistes, et de niveaux argileux, coiffés d'un lit de sables à oolithes ferrugineuses
46-93 cm	niveau surtout argileux à lits irréguliers, sableux et graveleux
93-116 cm	niveau de graviers de grès ferrugineux et de calcaire, de moins de 1 cm
116-190 cm	brun rouge foncé, des taches ferrugineuses diffuses, plus ocres ; argilo-sableuse ; des débris ferrugineux ; massif ; débit polyédrique (dépot ancien)

En dehors de l'horizon supérieur humifère, il n'y a pas d'évolution perceptible. Les dépôts de cones sont ici facilement reconnaissables à leur hétérogénéité et à la présence d'éléments grossiers de roches (calcaires de l'Eocène, schistes argileux de la base de ce dernier et grès ferrugineux du Continental Terminal). Au dessous de 116 cm ils reposent sur les dépôts colorés du remblayage ancien, ici peu modifié par l'hydromorphie.

La structure de surface est variable, plus souvent polyédrique que cubique, a éléments de 2 cm à 5 mm, presque nuciforme dans les tailles les plus fines. Parfois des lignes de pierres transversales favorisent l'accumulation des dépôts argileux et calcaires en terrassettes (profil 26). Les dépôts anciens ont été bien observés au profil 25 au Sud d'une enclave à sols brun rouge. Ils se montrent dès 47 cm de profondeur sous l'aspect de sables argileux homogènes jaune rougeâtre (7,5 YR 5,5/6) à concrétions tendres manganésifères et fin amas calcaires, devenant jaunâtres, foncés en profondeur (7,5 YR 4,5/4) avec nombreuses taches ferrugineuses rouges et concrétions manganésifères. Ce sont des témoins d'un ancien engorgement de nappe, très voisins d'aspect des sols à taches et amas calcaires d'ADOUNA.

Dans le type sableux l'horizon de surface peut prendre l'aspect ci-dessous (profil I3)

0-9 cm      brun jaune ; sableux ; base de l'horizon litée ; au sommet croute pluviale de 2 mm ; massif ; débit feuilleté ; cohésion moyenne porosité tubulaire peu développée

En profondeur on y observe des argiles sableuses tachées à débris ferrugineux, directement plaquées en amont sur le pavage de grès du glacis de piedmont, dont l'emballage est alors lui-même argileux et concrétionné (Mn) (profil I2). Ces argiles, à structure très compacte, très cohérentes, font probablement partie du remblayage ancien (granulométrie) et seraient des témoins de ce que nous avons classé, dans l'ADER DOUTCHI, comme sols bruns à concrétions.

#### Sols plus ou moins bien drainés, sur dépôts d'épandage

Ce sont les sols des zones les plus élevées de la plaine d'épandage de la MAGGIA, à texture les plus légères. Le drainage de ces dépôts fortement stratifiés et très hétérogènes, paraît bon, les quelques ségrégations observées paraissant contemporaines du dépôt. L'évolution pédologique se borne à la formation d'un petit horizon humifère sur la texture (donc de la structure) duquel repose leur classification. Les aspects moyens des profils sont les suivants :

## I) pour le type sablo-limoneux, le profil I4

- 0-20 cm brun ; très finement sablo-argileux, riche en limons grossiers calcaires ; structure massive, localement cubique, motteuse (moins de 2 cm) cohésion moyenne ; porosité tubulaire peu développée ; chevelu racinaire fin et dense
- 20-37 cm brun ; **formé** de plaquettes finement sablo-argileuses calcaires à joints jaunes à orangés, légèrement brisées par les racines, très finement poreux, même enracinement
- 37-152 cm sables très fins calcaires, par niveaux de 15 à 20 cm eux même finement lités, ces lits croissant d'épaisseur vers le sommet parfois coiffés d'une pellicule colmatée, les deux derniers niveaux colorés en ocre

## 2) pour le type limono-calcaire, profil I5

surface : ~~Route~~ **Route pluviale de 1mm**, des billons peu saillants

- 0-3 cm brun ; lits argilo-finement sableux à joints de sables très fins
- 3-12 cm brun des taches rougeâtres peu abondantes dans des remplissages des sables fins ; argilo-sableux à sablo-limoneux, calcaire ; structure motteuse cubique irrégulière, quelque peu arrondie, de 4 cm, parfois avec surstructure prismatique peu nette ( $\emptyset$  10 cm) et sous structure polyédrique fine de moins de 5 mm ; cohésion moyenne à forte ; assez bien agrégé ; porosité d'assemblage élevée ; quelques gros pores tubulaires ; zone de ramification des racines de cotonnier
- 12-25 cm brun plus clair ; taches rouges (joints et pores) plus nettes et larges ; même texture ; présence de joints encore intacts de plusieurs cm<sup>2</sup> ; structure dans l'ensemble plus massive ; cubique à nuciforme (2 cm) surstructure prismatique plus nette sous structure polyédrique fine moins développée ; porosité d'assemblage plus faible ; porosité tubulaire plus développée ; cohésion moyenne ; à 25 cm, limite inférieure des pivots du cotonnier.
- 25-70 cm lits argilo-limoneux calcaires intercalés à des lits finement sableux avec ségrégations ferrugineuses sur les joints ; quelques pores tubulaires verticaux ( $\emptyset$  1 mm - 4-5 /cm<sup>2</sup>) ; débit en plaque ; cohésion moyenne

PROPRIETES ANALYTIQUES des SOLS PEU EVOLUES

entre parenthèse profil 4 aberrant

DRAINAGE	BIEN DRAINES		PLUS OU MOINS	BIEN DRAINES		MAL DRAINES (VERTISOLS)	
	sableux	argilo-calcaire		sablo-limoneux	limono-calc	argilo-sab	argilocalc
Type							
Taux argile %	7-15	18 - 30	15-22	30 - 35	20 - 25	30 - 42	30 - 63
Taux matière organique %	0,45-0,90	0,7 - 1,9	0,7 - 1,5	1,5 - 1,9	0,9-1,6	1,34-2,0	1,4-2,2 (3,7)°
azote %	0,3 - 0,5	0,5 - 1,1	0,45-0,9	0,9-1,0	0,45-0,8	0,9-1,25	0,75-1,0 (1,9)
phosphoré %	0,8 - 1,3	1,85-4,1	1,6-2,1	2,5 -3,0	1,5 - 1,7	2-3,1	1,1-3,6
Fertilité DABIN	moyenne à bonne	bonne à très bonne	bonne à très bonne	très bonne	bonne à très très bonne	bonne à très bon	très bonne exception.
pH	6-7,7	7-8,1	7,6-8,0	7,7-7,8	7,6-7,8	7,3-8,0	5,8-8,1
Coef satur	95-100	100	100	100	100	100	100
Somme bases Echang. meq/100 g	5-12	10-22	6-18	22-25	6-16	21-28	24-41
Tauxx potas meq/100 g	0,1-0,4	0,3-0,9	0,4-1,0	0,8	0,35-0,9	0,3-0,75	0,6-1,5
stabil struc.	52-55 moyenne	32-45 mauv-médioc	40 médiocre	43 médiocre	41 médiocre	40-50 médiocre	40-50 médiocre
Humidi équiv	9-15	13-24	10 - 21	24 - 27	10-19	23-29	26-41
Poids spécifi	1,7	1,7	1,65	1,65	1,65	1,7	1,75

70-108 cm plus riche en lits de sables fins

108 cm brun (rougeâtre) foncé ; argileux, calcaire des marbrures rougeâtres peu visibles ; structure polyédrique de 1 cm en assemblage compact ; surstructure prismatique ( $\phi$  10 cm) cohésion très forte ; peu poreux

3°) pour le type argilo-sableux, le profil 27

0-15 cm brun rougeâtre, argilo-finement sableux ; structure polyédrique motteuse de moins de 2 cm ; très poreux

15-30 cm brun jaunâtre ; finement sablo-argileux ; non calcaire ; débit polyédrique

On remarquera la finesse de la structure du type limono-calcaire ; En général le développement structural, qui efface la stratification des alluvions atteint en moyenne 20 cm d'épaisseur, exceptionnellement 30. Il est important de remarquer que cette épaisseur est l'épaisseur exploitable par les racines du cotonnier (cf profil 15). La répartition du calcaire reste diffuse, ce qui confirme la faiblesse des phénomènes d'hydromorphie

#### Sols mal drainés, Intergrades Vertisols

D'amont en aval on observe dans ces sols un épaissement des niveaux argileux entraînant un développement accru des structures de vertisols et du microrelief de surface. Les étapes de cette évolution sont données par les profils suivants

1°) pour le type argilo-calcaire, le n° 16

surface non fissurée ; billons peu saillants ; croute pluviale de 1 mm

0-40 cm ALLUVIONS ARGILO-SABLEUSES CALCAIRES

0-5 cm IO YR 4,5/3 ; brun ; formé de plaques de sables fins lités (2 mm) et de lits d'argile brune calcaire à structure polyédrique en assemblage compact ; débit d'ensemble en plaques ; cohésion forte peu poreux.

- 5-2I cm IO YR 4,5/2,5 ; brun foncé à taches rougeâtres, très fines, associées à des restes de joints finement sableux ; structure prismatique ( $\phi$  25 cm) sous structure cubique à prismatique ( $\phi$  5cm) à faces rugueuses, structure fine polyédrique (3 mm) en assemblage compact ; cohésion forte ; peu de pores tubulaires
- 2I-40 cm brun plus rougeâtre les taches rouges devenant plus nettes, anastomosées ; structure à tendance prismatique ( $\phi$  25 cm) sans sous structure nette ; cohésion très forte ; peu poreux
- 40-II2 cm ALLUVIONS ARGILO SABLEUSES NON CALCAIRES
- 40-67 cm Brun légèrement rougeâtre ; petites taches noires (1 mm) structure polyédrique (moins de 2 cm) à faces parfois légèrement luisantes en assemblage compact ; cohésion moyenne à forte ; porosité tubulaire, fine peu développée ; rares racines fines et verticales
- 67-92 7,5 YR 4,5/4 ; brun plus rougeâtre ; des plages de sables fins ; rougis et des zones décolorées autour des pores ; un peu plus sableux ; structure plus fine ; cohésion plus faible ; porosité tubulaire plus grossière (1 mm) peu de racines
- 92-II2 horizon de transition ; brun jaunâtre ; formé de lits très minces finement argilo-sableux ; à joints de sables fins à taches rouges plus ou moins brisés (racines) inclus dans une masse de sables fins jaunâtres ; massif ; débit horizontal cohésion moyenne ; quelques pores de 1 mm ; bien répartis
- II2-200 cm ALLUVIONS LITEES CALCAIRES A SABLES FINS
- II2-I30 brun argilo-calcaire ; des joints de sables fins à tranches oranges très larges (1 - 2 cm<sup>2</sup>) massif ; avec débit de formation de structure polyédrique (0,5 cm) en assemblage compact ; cohésion moyenne ; porosité tubulaire de 0,5 mm ; bien répartie
- I30-I74 IO YR 6/5 sables fins jaunâtres à points noirs, litage fin, entrecroisé
- I74-I85 IO YR 3,5/4 ; dépôt limoneux brun foncé calcaire ; à joints très fins ; pores tubulaires noirs à auréoles brun ocre humide ; plastique

I85-200 cm mêmes sables que I30-I74 cm ; mais humide encore quelques racines

2°) pour le type argileux, phase sans forte polygonation superficielle ; le n° 5

0-5 cm Brun foncé ; argileux, structure motteuse polyédrique assez fine localement en plaquettes ; cohésion moyenne à forte ; enracinement très fin et dense

5-35 cm brun foncé ; argileux ; cubique à débit horizontal (traces du litage alluvial primitif) faces rugueuses parfois légèrement patinées, en assemblage prismatique (8 x 3cm) dans des fissures de remplissage à structure polyédrique ; cohésion forte à moyenne ; ensemble pouvant être motteux ; bien exploité par de nombreuses radicelles horizontales se ramifiant surtout dans les fissures

35-54 cm brun veiné d'ocre ; texture irrégulièrement argilo-sableuse ; massif ; débit horizontal ; quelques faces patinées ; enracinement très faible

54-70 cm dépôt finement sablo-argileux ; lité ; taché, non calcaire

70-86 cm dépôt de transition

86-125 cm sables moyens à oolikhes ferrugineuses et lits plus argileux ocres

I25-I50 cm dépôt finement sablo-argileux et calcaire ; très lité vers la base

3°) pour le type argileux, phase à forte polygonation le N° 3

surface fissurée ( $\phi$  60 - 70 cm) fissures masquées par une croûte argileuse faiblement calcaire craquelée ( $\phi$  5 cm) nombreux chenaux

0-6 cm brun ; des plages de sables fins plus ocres et des débris de croûte argileuse litée ; argileux ; irrégulièrement calcaire ; structure motteuse ; polyédrique (2 cm) à faces rugueuses, parfois sous structure finement polyédrique très anguleuse en assemblage compact ; agrégats peu poreux

- 6-18 cm brun foncé à très légères ségrégations ocres ; quelques taches noires ; argileux ; non calcaire ; cubique (3-4 cm) surstructure prismatique (4 x 15 cm) cohésion très forte ; porosité tubulaire irrégulière, peu développée. Chevelu s'arrêtant à la base
- 18-57 cm brun foncé à taches localisées dans des débris (plaquettes) finement argilo-sableuses ; très argileux ; structure en plaquettes obliques à faces patinées et striées (moins de 4 cm) en assemblage compact, prismatique (largeur 10 cm) ; cohésion très forte ; agrégats à porosité tubulaire moyennement développée ; enracinement moyen bien réparti
- 57-147 cm matériau très finement argilo-sableux ; finement lité, parcouru de veine brunes à pores tubulaires (1 mm) à remplissage calcaire. Les fissures verticales du profil argileux s'arrêtent au sommet de ce niveau où elles sont remplacées par des fissures horizontales.

Le type argilo-calcaire, de teinte plutôt brun rougeâtre que brune en surface, ne possède pas d'agrégats à faces patinées mais a pu fossiliser (profil 22 et 23) vers 90-110 cm un niveau franchement vertisolique (structure à plaquettes obliques) à amas ou pseudomycélium calcaire. Il reste très longuement humide en profondeur.

La phase sans microrelief du type argileux, brune, possède quelques faces patinées, souvent associées aux formes cubiques. Seule la phase à microrelief possède un niveau à plaquettes obliques bien développées. Le développement maximum observé est celui du profil 2, où cet horizon atteint presque la surface, mesure 90 cm d'épaisseur. La teinte brune foncée et la fissuration (retrait 8 - 12 %), de cette phase la font aisément reconnaître. La profondeur montre des traces d'engorgement, surtout visibles par la redistribution du calcaire (pseudomycélium). Dans le profil 2, et dans lui seul, nous avons eu la mauvaise surprise d'observer un horizon carbonaté sodique, attribuable à un engorgement de nappe, mais à nos yeux inexplicable, tous les niveaux comparables observés dans l'ADER DOUTCHI tout proche, à lithologie identique, étant carbonatés calciques. Nous en donnons la description ci-dessous :

- 105-135 cm brun ocre à veines gris verdâtre (gley) ; argilo-très finement sableux ; dans les pores et cavités, fins cristaux blancs effervescents ( $\text{CO}_3 \text{Na}_2 + \text{CO}_3 \text{Ca}$ ) ; masse effervescente ; structure en plaquette oblique à faces finement striées

La zone de ramification des racines de cotonnier peut atteindre 40 cm dans le type argilo-calcaire et la phase sans microrelief, mais ne dépasse pas 20 cm dans la phase à microrelief.

PROPRIETES ANALYTIQUES (cf tableau joint)Textures

Elles forment une série texturale homogène caractérisée par,

- des rapports argile / Limon compris entre 1,4 et 4 et des taux d'argile et de limon croissant simultanément jusqu'à 55 % d'argile ; le profil vertisolique 2 a une texture d'argile de décantation : 65 % d'argile et seulement 12,5 % de limon

- des taux très faibles de sables grossiers, inférieurs à 15 % ; au-dessus de ce taux on entre généralement dans les textures des dépôts anciens Les sables fins (comprenant les "limons grossiers") sont au contraire très abondants pouvant atteindre 75 % dans le type "sablo-limoneux"

Matière organique

Il existe une corrélation positive entre les taux de matière organique en surface (0-20 cm) et les taux d'argile, résumés dans le tableau ci-dessous

Taux d'argile %Taux de matière organique %

	<u>Minimum</u>	<u>médiane</u>	<u>maximum</u>
7 - 20 %	0,45	0,8	0,9
20 - 40 %	1,04	1,5	1,9
40 - 63 %	1,3	1,95	2,2

Ces taux décroissent assez vite vers la profondeur :

1,2 % à 40 cm pour des taux de 1,8 % à 5 cm  
0,4 % à " " " " 0,9 % à 40 cm

Les rapports C/N varient de 8,5 à 12,5 et montrent une corrélation positive très lâche avec les taux de matière organique. En profondeur, ils sont compris entre 8 et 10

Les taux d'azote sont remarquablement élevés pour des sols de cette zone climatique (voir tableau). Les taux de phosphore sont également très forts.

Bases, pH

Ces sols sont saturés, ou presque saturés (95 %, quelques types sableux) aussi la somme des bases échangeables est elle égale à la capacité d'échange et proportionnelle aux taux d'argile et de matière organique (voir tableau). Le rapport moyen : capacité d'échange / argile (correction matière organique faite) est de 63 meq / 100 g. Les réserves en bases peuvent être jugées médiocres à moyennes pour le type sableux, moyennes à bonnes pour les types sablo-limoneux, et argilo-calcaire, très bonnes à exceptionnelles pour les autres. Les taux de potassium ne tombent pas au dessous de la moyenne (0,25 meq) que dans certains sols sableux

Les équilibres des cations sont assez dispersés, notamment en ce qui concerne le rapport Ca/Mg ; les équilibres médians sont les suivants

- types sableux, sablo-limoneux, argilo-sableux -

Ca = 31 - Mg = 10 - K (surface) = 1,4 - K (profondeur) = 0,3 - Na = 1,6  
Na = 1,6

- types argilo-calcaires et limono-calcaires :

Ca = 27 - Mg = 10 - K (surface) = 1 - Na = 2,1

- type argileux :

Ca = 41 - Mg = 10 - K (surface) = 1,6 - K (profondeur) = 0,7  
Na = 2,1

Deux horizons sont très légèrement salés et alcalisés

2-2            niveau vertisolique à pseudomycélium carbonaté ; conductivité  
1,54, micromhos, rapport Na/T = 0,25

10-2           alluvions limoneuses litées à pseudomycélium calcaire abondant ;  
conductivité 0,49 micromhos et rapport Na/T de 0,18

Les pH sont moins élevés dans le type sableux où ils peuvent être légèrement acides (voir tableau) ; dans les autres ils oscillent entre 7 et 8

### Propriétés physiques

Ces alluvions possèdent une faible stabilité structurale, comme ceux de l'ADER DOUTCHI. Les observations de terrain montrent que, dans les conditions actuelles d'utilisation (épandage de crue, pas d'irrigation prolongée, pas de travail du sol) ce défaut ne nuit pas à la culture du coton. Les réserves en eau croissant avec les taux d'argile (voir tableau). Le rapport Humidité utilisable / humidité équivalente est de 0,35

### CONCLUSIONS

- 1°) les analyses confirment la réputation de fertilité de ces sols alluviaux de la MAGGIA, due évidemment à la lithologie du bassin versant.
- 2°) dans le régime agronomique actuel, il est possible d'obtenir de bonnes récoltes de coton partout, mais des échecs occasionnels sont à craindre sur les types sableux et sable-limoneux (moins de 20 % d'argile)
- 3°) ces échecs, d'après nos observations de terrain, semblent dus à un manque d'eau, plus qu'à une fertilité insuffisante des sols, qui reste toujours moyenne. L'amélioration de l'épandage de crue devrait donc permettre de régulariser et d'étendre la culture de coton
- 4°) l'absence de cotonniers sur les cones d'apport latéraux est également due, selon nous, à une humectation insuffisante attribuable à la pente, élevée, et aux apports d'eau plus mesurés
- 5°) on aura partout avantage à approfondir la zone ameublie, les racines de cotonnier se localisent à la zone jadis émiettée par la végétation naturelle (cf profil I5, ci-dessus). Mais on n'a pas intérêt à labourer le sol au dessous de 20 cm, les taux de matière organique décroissant vite, sauf sur les types argileux, les textures devenant plus sableuses en profondeur. Au-dessous de cette profondeur un griffage sera suffisant pour briser les joints alluviaux, obstacle à la pénétration des racines et probablement de l'eau. Sur le type argileux il faudra veiller à ne pas prendre les terres trop humide.
- 6°) les éléments fertilisants à restituer, dans l'avenir, seront probablement d'abord l'azote, puis le potassium, en commençant par les types les moins argileux
- 7°) des travaux antiérosifs sont à entreprendre pour la correction des ravines raccordées au lit de la MAGGIA, sur le type argileux, et pour discipliner l'écoulement sur les cones d'apport, visant à éliminer les transports trop grossiers.

8°) un véritable système d'irrigation en saison fraîche permettrait la culture du blé sur le type argileux et les cultures maraichères (piments, oignons, tomates) sur les autres.

## LES SOLS BRUN ROUGE

### LE CADRE D'EVOLUTION

Ces sols se développent sur les alluvions non stratifiées anciennes qui forment le premier remblayage meuble des vallées de l'ADER DOUTCHI et de la MAGGIA. Plus grossières et homogènes que les alluvions modernes, elles sont placées sur la nappe de débris qui revêt les bas glacis et passent sous les dépôts actuels dont elles émergent parfois sous forme d'enclaves (angle N-E de la carte). Elles forment le magasin de la nappe phréatique des vallées.

Elles se présentent sous l'aspect de placages sableux rouges, à pente de l'ordre de 2 % étirés le long des versants, ou de buttes isolées au milieu des alluvions. Elles sont couvertes de champ de pénicillaires, plus rarement de sorgho, parsemés de quelques Bauhinia réticulata. Bien qu'elles ne subissent qu'un ruissellement en nappe, l'examen des profils montre qu'elles ont été souvent tronquées, l'ablation pouvant être de l'ordre du mètre.

### MORPHOLOGIE

Le profil 6 est un des mieux conservés du périmètre :

- |           |   |
|-----------|---|
| 0-17 cm   | en surface croute de 2 cm à lits sableux ou moins particuliers ; brun jaune avec zones plus organiques brunes ; sableux ; quelques fins débris de grès ferrugineux ; massif ; à tendance feuilletée au sommet ; à faces mamelonnées ensuite ; cohésion moyenne ; peu agrégé (presque particulaire) ; porosité irrégulièrement tubulaire ; nombreux trous d'insectes ; fin chevelu |
| 17-65 cm  | rouge - brun ; à marbrures diffuses plus rougies ; sablo-argileux ; massif ; débit polyédrique (1 mm) ; cohésion moyenne ; quelque peu agrégé ; porosité irrégulièrement tubulaire jusqu'à 35 cm ; puis interstitielle ; quelques radicules et racines étalées  |
| 65-125 cm | brun rougeâtre à taches diffuses brun noirâtre ; à peine plus riche en éléments fins ; massif , débit mamelonné ; cohésion forte ; dur ; assez compact ; quelques pores tubulaires, de taille moyenne.  |

I25-I80 cm brun jaunâtre à taches brunes plus nombruses, certaines durcies et bleu-noirâtre ; un peu plus riche en éléments fins, mais toujours sablo-argileux ; massif, débit anguleux ; cohésion très forte ; très dur ; porosité tubulaire irrégulière peu développée

On observe encore un B de couleur et de structure (I7-65 cm) ; l'horizon surface est visiblement remanié (cultures, ruissellement) ; la base du profil est légèrement (ou a été) engorgée ; teinte assombrie, durcissement taches manganésifères

On décèle une augmentation verticale du taux d'éléments fins

Les teintes appréciées sur d'autres profils, sont dans les 7,5 IR 5/5 en surface, 5 YR 5/6 dans le B de couleur, 5 YR 4/6 à 8 dans les horizons profonds assombri. Les taches manganésifères peuvent apparaître dès 10 ou 25 cm de profondeur (profils I et I7) ce qui est vraisemblablement un effet de l'érosion. De même l'épaisseur du dépôt peut être réduite à 75 cm (profil I) on peut alors observer le pavage de débris sous-jacents, à emballage envahi par les ségrégations

#### PROPRIETES ANALYTIQUES

65 Les textures comprennent moins de 20 % d'argile et moins de 5% de limons ; les taux de sables grossiers varient de 15 à 35 % et de sables fins de 50 à 65 % (rapport sables fins/sables grossiers de 2,8 à 2,4). En surface il y a de 3 à 11 % d'argile, 10 à 20 % en profondeur, l'augmentation se faisant progressivement vers la base du profil ou étant acquise dès le second horizon.

Les taux de matière organique sont en rapport avec ces textures, c'est à-dire assez faibles :

- 0,3 - 0,4 % vers 5 cm - 0,2 - 0,3 % vers 20 cm pour des C/N respectifs de 9 à 11 et de 7 à 8

L'équilibre azote-phosphore est en faveur de ce dernier : 0,7 - 0,9 % contre 0,15 - 0,25 % N.

Les profils sont légèrement est irrégulièrement saturés (85-95 % en surface, 55 - 99 en profondeur) sauf dans les enclaves au sein des alluvions modernes, qui restent saturés. Les pH de surface sont franchement acides (5,6 - 6,4 - sol tronqué 5,3), s'abaissant encore dans les B (5,0) remontent dans les niveaux à taches (6,7-7). Dans les enclaves le pH de surface est neutre. (7,4)

En surface la somme des bases échangeables varie de 2,5 à 5,5 meq ; en profondeur elle varie de 5 à 10 meq. La capacité d'échange, ramenée au taux d'argile, est de 56 meq / 100 G.

Les équilibres médians de cations sont les suivants :

- surface - Ca = 16 - Mg = 10 - K = 1 - Na = 1
- profond - Ca = 28 - Mg = 10 - K = 0,6 - Na = 1,3

La fertilité est jugée très basse à médiocre sur les versants, médiocre à moyenne dans les enclaves.

La stabilité structurale est moyenne (50-60) non que ces sols soient riches en agrégats, mais parce que leur texture leur donne une bonne perméabilité (3-5 cm/h)

L'humidité équivalente est, en négligeant l horizon superficiel, de 9 à 13 % soit 160 à 220 mm/m dont 45 à 65 mm/m utilisables.

### CONCLUSIONS

Ce sont des sols à vocation arachidière ; en outre, au fur et à mesure du développement de la culture du coton sur les alluvions, ces terres deviendront les seules où la culture des penicillaires et du sorgho restera possible. Leur conservation et leur amélioration sont indispensables à un bon équilibre des productions. Rappelons que dans ces sols sableux; le principal facteur limitant est le taux de matière organique. De plus, à TABOYE, il conviendra d'y limiter le ruissellement pour stopper l'érosion superficielle et augmenter l'infiltration. Indiquons également que, comparés aux sols équivalents du NIGER, et, même de l'ensemble de la frange ensablée du Sud Saharienne les sols sableux rubéfiés de TABOYE (sols brun rouge à marbrures, concrétions de l'ADER DOUTCHI) sont les meilleurs que l'on puisse rencontrer. Un effort d'amélioration agronomique serait donc parfaitement fondé.

### LES VERTISOLS D'ORIGINE TOPOGRAPHIQUE

#### LE CADRE D'EVOLUTION.

Cette petite unité a été observée dans une position topographique équivalente de celle d'un cône d'épandage latéral (pente 0,9 %) aux pieds d'un versant à pavage de grès ferrugineux dissimulant des vertisols sur schistes, ce qui nous laisse supposer que son matériau en dérive, sans que nous puissions préciser le mode d'apport et l'âge de ce dernier, Sur la carte une erreur d'impression a inversé son figuré avec celui de l'unité suivante (série de Garba)

MORPHOLOGIE

Elle est définie par le profil 7 :

Surface	quelques fissures de moins de 1 cm, croute argileuse de 4 cm
0-20 cm	brun noir ; argilo-sableux ; calcaire ; sommet motteux ; polyédrique ; à cohésion moyenne à forte, bonne porosité ; base cubique (4 cm) sur-structure prismatique, cohésion très forte ; faible porosité ; des débris de grès et de calcaire
20-55 cm	plus foncé ; argilo-sableux ; structure en plaquettes obliques à faces luisantes et striées ; quelques débris et amas calcaires
55-180 cm	brun noir ; argileux ; plus de fissures verticales ; masse parcourue, de grandes faces de glissement obliques luisantes et striées ; devient très calcaire dès 90 cm ; quelques fins amas calcaires dans les pores quelques petites concrétions (1 mm) manganésifères

La teinte très foncée, les concrétions manganésifères, rapprochent ces sols des vertisols anciens de l'ADER DOUTCHI

PROPRIETES ANALYTIQUES

La granulométrie ne peut se distinguer de celle des alluvions (voir unité suivante) argileuses : 40 % d'argile, 20 % de limon, presque pas de sables grossiers.

Le taux de matière organique est relativement élevé pour le taux d'argile : 1,9 % en surface (C/N 10). Taux d'azote 1 ‰, taux de phosphore 2,4 ‰.

Profil saturé, pH 8, sur toute l'épaisseur, somme des bases échangeables dans les 25 meq/100 g. Equilibre des cations : Ca = 74 - 35 (base) - Mg = 10 - K = 3 (surface) - 0,5 - 0,35 (base) - Na = 3,5 - 1,7 (base)

Très bonne fertilité, stabilité structurale médiocre. Humidité équivalente 27 %

CONCLUSIONS

C'est une bonne terre à sorgho qui conviendra au coton si elle peut être atteinte par l'épandage de crue.

## LES VERTISOLS D'ORIGINE LITTOGRAPHIQUE

### CADRE D'EVOLUTION

Les schistes argileux sur lesquels se forment ces sols forment le substrat des bas de glacis à pavage rocheux. Lorsque ce dernier est peu épais son emballage habituel de sables argileux rouges est remplacé par une matrice argileuse brune finement structurée. Il peut parfois disparaître complètement et laisser apparaître la roche, altérée en vertisol. Les agriculteurs aident à ce dégagement en épierrant et en disposant les blocs en lignes isohypses, ce qui freine l'érosion de ces pentes assez fortes (2 %) et favorise l'infiltration, les terres ainsi récupérées sont cultivées en sorgho. Sur la carte ces vertisols (série de GARBA) ont été dessinés, soit isolément, soit en association avec le pavage, lorsque l'épierrage naturel ou non, n'était que partiel (une erreur de la légende a inversé son figuré avec celui de l'unité précédente). Le pavage a été dessiné seul lorsque son emballage ne laissait pas préjuger de la présence proche des schistes.

### MORPHOLOGIE

Le type en est le profil I9

- surface : quelques blocs de grès ferrugineux (20 cm) ; fissures ( $\phi$  55 cm e = 6 cm - retrait 10 %) ; croute pluviale craquelée (4 mm)
- 0-15 cm 2,5 YR 4/3 ; brun olive forcé ; argileux ; nombreux grains calcaires (moins de 0,5 mm) et débris de grès ferrugineux de moins de 2 cm ; structure mottée polyédrique (1,5 cm) devenant rapidement cubique vers la profondeur ; sous-structure polyédrique extrêmement fine donnant en surface une fine couche d'agrégats libres et un revêtement d'aspect rugueux sur les faces des prismes ; structure prismatique ; cohésion très forte ; agrégats non poreux ; quelques radicelles
- 15-70 cm 2,5 Y 4,5/2 ; légèrement bleuté ; argileux nombreux amas calcaires de 3 mm arrondis blanc grisâtre ; même débris ferrugineux ; structure en plaquettes obliques (7 x 1 cm, inclinaisons 45°) inégalement développées ; surstructure prismatique (35 cm) ; très dur ; très cohérent ; très compact ; quelques cristallites de gypse (3 mm)

- 70-85 cm      même teinte, des débris de schistes gris bleuté non orientés ; des fissures à remplissage ferrugineux jaune rouge ; argileux ; nombreux grains calcaires ; des cristallites de gypse ; des concrétions rondes assez dures brun rouge foncé (3 mm) ; structure schisteuses désordonnée recoupée par quelques fissures verticales
- 85-182 cm    schistes argileux gris bleuté non calcaires dans la masse à joints horizontaux et diaclases verticales jaune vif. Divisés par quelques fissures verticales à remplissage argileux, bruns calcaires ; certaines fissures avec auréoles jaune rouge (ferruginisation) ; exsudation de sulfate de calcium sous forme d'efflorescences ponctiformes sur les plaquettes de schistes riches en carbonate maximum dans les fissures sur les trente premiers centimètres. Structure schisteuse (10 x 5 cm)

On remarquera la formation du matériau argileux aux dépens des schistes dans des fissures où se produit la délapidification de l'argile, l'oxydation du fer, l'exsudation du gypse (qui recristallise dans le profil) et du carbonate de calcium

#### PROPRIETES ANALYTIQUES

Ces argiles issues des schistes ont la même granulométrie que celle des alluvions et la même capacité d'échange spécifique : 50 % d'argile 20 - 25 % de limon, 63 meq/100 g d'argile

Il y a relativement à la texture peu de matière organique ; 0,7 %, à bas C/N : 8,5. Les taux d'azote (0,5 ‰) et les taux de phosphore, bien qu'encore faibles, moins élevés que dans les alluvions (1 ‰) sont

Le profil est saturé. La capacité d'échange est de l'ordre de 30 meq dans le profil, le pH est de 7,7 en surface, 7,3 en profondeur, et dans les schistes L'équilibre des cations est le suivant : Ca = 15 - Mg = 10 - K = 0,55 (surface) et 0,45 (profondeur) - Na = 1,8

Les conductivités sont celles de sols très légèrement salins à la base du profil (0,85 millimhos) où le taux de sodium atteint 3 meq soit 10 % de la capacité d'échange. C'est un caractère habituel aux vertisols sur schistes et argileux plus ou moins gypsifères, que d'être ainsi à la limite des sols salins et alcalisés, tout en renfermant du carbonate de calcium

La fertilité de ces sols est jugée bonne

CONCLUSIONS

Les surfaces à vertisols sont les seules zones des versants à pavage où l'on puisse récupérer quelques hectares. Ces sols conviennent bien au sorgho et au coton, **sous** réserve d'une humectation suffisante. Erodés, ils fournissent un excellent matériau.

O . R . S . T . O . M .

**DIRECTION GENERALE :**

24, rue Bayard - PARIS 8ème

**Service Central de Documentation :**

70-74, route d'Aulnay - BONDY (Seine)

**Centre O.R.S.T.O.M. de DAKAR-HANN :**

B. P. 1386 - DAKAR (Sénégal)